Enc. 210

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Encyclopädie

der

Schulwissenschaften

für

höhere Bildungsanstalten und zum

Selbstunterricht

ausgearbeitet

von einer Gesellschaft von Gelehrten,

und herausgegeben

von

Christian Wilhelm Snell

Professor und Rektor des Gymnasiums in Idstein

und

Friedrich Wilhelm Daniel Snell

ordentlichen Professor der Philosophie zu Giesen.

IVte Abtheilung: Naturwissenschaften 1r Band.

Naturlehre von Fr. W. D. Snell.

Giesen und Wetzlar, bei Taschè und Müller.

1806.

14

Anfangsgründe

der

Naturlehre

zum

Gebrauch für Schulen, auch zum Selbstunterricht für Liebhaber dieser Wissenschaft

von

Friedrich Wilhelm Daniel Snell

ordentlichen Professor der Philosophie in Giesen.

Mit vier Kupfertafeln.

Giesen, bei Tasché und Müller.

1806.

14

Enc. 210

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

48 Bms

Vorerinnerung.

Gegenwärtige Anfangsgründe der Naturlehre machen einen Theil der Schulencyclopädie aus, die seit einiger Zeit bey den auf dem Titel genannten Verlegern erscheint. Zweck und Einrichtung dieses Werks, zu dessen baldiger Vollendung eine hinlängliche Anzahl von Mitarbeitern zusammenwirkt, sind aus den Ankündigungen bekannt. Es gehört unter andern dazu, daß das Lehrburch jeder Wissenschaft auch unter einem besondern Titel einzeln an die verkauft wird, welche sich die ganze Encyclopädie nicht anschaffen wollen. Zur Bearbeitung der Anfangsgründe der Naturlehre entschloß ich mich,

um

um desto lieber, jemehr der vieljährige Unterricht, welchen ich in dieser Wissenschaft, während der Zeit als ich noch Lehrer am Gymnasium in Giesen war, ertheilte, mir Veranlassung gab, und es mir zur Pflicht machte, das Nothwendigste und Brauchbarste für den Anfänger zu sammeln, und nach meiner Ansicht zu verarbeiten. Dieses alles für den, welcher die Elemente der reinen Mathematik begriffen hat, auf eine leichte und faßliche Art darzustellen, mit hinlänglichen Beyspielen zu erläutern, und mancherlei nöthige und nützliche Anwendungen der physikalischen Grundsätze aufs gemeine Leben einzuflechten, war meine Absicht. Habe ich diese einigermaßen erreicht, so wird auch dieses Werkchen neben den vielen existirenden Compendien der Physik seinen Platz finden.

Giesen im März 1806.

Inhalt

Inhalt.

Einleitung

I. Abschnitt. Allgemeine Eigenschaften der Körper.

Von Ausdehnung, Undurchdringlichkeit, [Porosität, Compressibilität, Elasticität], Theilbarkeit, allgemeine Anziehungskraft, [Erfahrungen über die Festigkeit verschiedener Körper, Sprödigkeit, Härte, Flüssigkeit] Beweglichkeit und Trägheit [absoluter und relativer Bewegung und Ruhe, Richtung, Geschwindigkeit, Gesetze der Geschwindigkeit, Größe der Bewegung, Gesetze derselben, Stoß, Gesetze des Stoßes, einfache und zusammengesetzte Bewegung, Parallelogramm der Kräfte, Centralkräfte], Schwere, [Richtung, horizontale und vertikale Ebene, Unterschied von Schwere und Gewicht, Ursache der Schwere, Gesetz der beschleunigten

Ge=

Geschwindigkeit fallender Körper, angewendet auf das Herabfallen an schiefen Ebenen, auf das Steigen senkrecht in die Höhe geworfener Körper, auf die parabolische Bahn geworfener Körper. — Vom Pendel.].

II. Abschnitt. Vom Gleichgewicht fester Körper.

Vom Schwerpunkt, [Mittelpunkt der Figur, Direktionslinie der Schwere. Erfahrungen über den festen Stand der Körper bey Unterstützung des Schwerpunkts]. Vom Hebel, [mathem. physischer, gradlinigter, Winkelhebel, einarmiger, doppelarmiger. Entfernung der Kraft vom Ruhepunkte, Gesetz des Gleichgewichts beym Hebel, Moment, Verhältniß der Geschwindigkeit, mit welcher sich die Kräfte am Hebel bewegen. — Anwendungen des Hebels. — Waage]. Rad an der Welle [oberschlächt. und unterschlächt. Wasserrad, Haspel, Hornhaspel mit der Kurbel, Erdwinde, Trettrad, Stirnrad, Kammrad], Rolle, [leitscheibe, andere Arten von Rollen, Flaschenzug]. — Schiefe Ebene, [Keil, Schraube, Schraube ohne Ende]. — Einfache und zusammengesetzte Maschine, Schwungräder. Hindernisse der Bewegung durch Friction, Steifigkeit der Seile, Widerstand der Flüssigkeit, in welcher die Bewegung geschieht.

III. Abschnitt. Vom Gleichgewichte tropfbar flüssiger Körper.

Horizontaler Stand derselben, Ursache. Communicirende Röhren [hydrostat. Springbrun-

brunnen, Blasbalg, anatomischer Heber]. Druck der Flüssigkeiten nach den Seitenwänden des Gefäßes. Gesetz desselben. Folgen daraus. Gleichgewicht zwischen flüssigen und festen Körpern, die im erstern eingetaucht werden [Anwendungen desselben auf Untertauchen, Schwimmen, Verbindung specifisch leichterer und schwererer Körper]. Stand der Flüssigkeiten von verschiedener specifischen Schwere über einander. Methode die specifischen Gewichte fester und flüssiger Körper zu finden. [Aräometer]. Tafel der specifischen Gewichte mehrerer Körper.

IV. Abschnitt. Von besondern Anziehungskräften der Körper.

Erfahrungen hierüber. Mischung verschiedener Flüssigkeiten. Haarröhrchen, [mancherlei Erscheinungen aus der Capillarattraktion erklärt]. Auflösung fester Körper in flüssigen. Auflösungsmittel; chemische Verwandschaft. Unterschied der chemischen Zusammensetzung von mechanischer Mischung. Unvollkommene Auflösung. Auflösung auf dem nassen und trockenen Wege. — Aneignung — Präcipitation. — Einfache und doppelte Wahlverwandschaft. Krystallisation. Nähere und entferntere chemische Bestandtheile.

V. Abschnitt. Von der Luft.

Unterschied zwischen elastischen und tropfbaren Flüssigkeiten. Eigenschaften der Luft, [Durchsichtigkeit, Elasticität, Schwere], Taucherglocke, Cartesinianische Teufelchen. Mariottisches

Gesetz.

Gesetz. — Barometer. [Torricellischer leerer Raum, Gefäß- Heber- Doppelbarometer. Anwendung auf meteorologie — auf Höhenmessungen. Mittlerer Barometerstand]. Luftpumpen [Versuche mit derselben]. Magdeburgische Halbkugeln. Aerostatisches Dintenfaß. Säugheber. Saugpumpe. Feuerspritze. Schröpfkopf. Windofen. Windbüchse. Blasebalg. Stechheber. Zaubertrichter. Zauberbecher. Herrnsbrunnen. — Speich. Gewicht der Luft. Manometer. Vom Schalle. Ursache, Fortpflanzung, Geschwindigkeit, Schallstrahlen [Refraction derselben, Echo, elliptische Sprachgewölbe, Sprachröhren, Hörröhren]. Bau des Ohrs. Vom Klange [Ursachen des höhern und tiefern Klanges, Gesetze desselben, Einklang, Grundton, Intervalle, Größe derselben, Consonanzen und Dissonanzen, Resonanzboden, Schwingungsknoten, Longitudinalschwingungen]. Von verschiedenen Luftarten. Gemeine atmosphärische Luft und künstliche Gasarten. Basis derselben besteht in gewissen einfachen Grundstoffen. Sauerstoffgas, [Proceß des Verbrennens, des Einathmens, des Verkalchens der Metalle. Phosphor-Eudiometer]. — Stickgas — Salpetergas — Kohlensauresgas — Schwefelleberluft — Salzsauresgas — Wasserstoffgas. Etwas von der Luftschifffahrt.

VI. Abschnitt. Von dem Lichte.

Eigenschaften desselben. Leuchtende und dunkle Körper, undurchsichtige, durchsichtige. Schatten (Kern- und Halbschatten) — Phosphorescirende

Kör-

Körper. Stärke der Erleuchtung (Photometrie) — Geschwindigkeit des Lichts. Scheinbare und wahre Größe [Sehwinkel, optische Täuschungen]. — Reflexion des Lichts [Reflexionswinkel, Planspiegel, magisches Perspektiv, convexe und concave Spiegel, Brennpunkt.) — Refraction des Lichts [Einfalls- und Brechungswinkel, Gesetz der Refraction, Rautenglas, Strahlenbrechung in der Atmosphäre] — Glaslinsen [convexe, Brennpunkt, Abweichung der Strahlen wegen der Gestalt des Glases, concave, Zerstreuungspunkt]. — Entstehung der Farben [sieben prismatische Hauptfarben, Abweichung der Strahlen wegen der Farben, Ursachen der Veränderung der Farben] — Abbildung der Gegenstände in der camera obscura, und im Auge. — Bau des Auges und Theile desselben [Ursachen der Weitsichtigkeit und Kurzsichtigkeit, Brillen, Lorgnetten] — Andere optische Werkzeuge [Gallileisches - Astronomisches - Erdachromatisches-Fernrohr. Spiegelteleskope, Mikroskope, Zauberlaterne, Sonnenmikroskop]. Theorien über die Natur des Lichts. Manigfaltiger Einfluß des Lichts.

VII. Abschnitt. Von der Wärme.

Verschiedenheit der Temperatur. Hitze, Flamme, Rauch, Ruß, Kohlen, Asche, Schlacken. Verschiedene Arten, wie sich Wärme erzeugt [durch Reiben, Elektricität, Sonnenstrahlen, Selbstentzündungen] — Mittheilung der Wärme durch Leitung [gute und schlechte

Wär-

Wärmeleiter, Mischung von Flüssigkeiten von verschiedener Temperatur, verschiedener Capacität der Körper für die Wärme] Strahlenförmige Verbreitung. — Ausdehnung durch Wärme und Zusammenziehung durch Kälte. — Ausdünsten und Verdampfen [Wasserhammer, Franklinische Röhre, Knallkügelchen, Papinianischer Topf, Dampfmaschinen]. Hygrometer. Gefrieren, Härte des Eises. Thermometer [von Drebbel, Fahrenheit, Reaumur] — Pyrometer [von Muschenbröck, Wedgewood] — Tafel von verschiedenen Graden der Wärme nach dem Thermometer. Bindung und Entbindung der Wärme bey Formveränderungen der Körper, [Gesetze derselben, wenn feste Körper tropfbar oder elastisch flüssig werden, und umgekehrt.] — Ursache der Wärme des menschlichen Körpers — Verbindung des Wärmestoffs mit dem Lichtstoffe.

VIII. Abschnitt. Von der Elektricität. Eigenschaften derselben. Vornehmste Nichtleiter und Leiter — Halbleiter — Turmalin — Schlagweite — Isoliren. Elektrisirmaschinen — Elektrische Atmosphäre — Elektrometer — Positive und negative Elektricität. Hauptgesetz der Elektricität. Mittheilung, Vertheilung der Elektricität — Kleistische Flasche, Batterie, Voltaische Pistole, Elektrophor, Condensator. — Theorien über die Elektricität. — Thierische Elektricität. — Galvanismus, Voltaische Säule.

IX. Ab=

IX. Abschnitt. Von dem Magnetismus

Eigenschaften des Magnets — Wirkungskreis — einfache, zusammengesetzte, armirte (oder künstliche) Magnete. — Hauptgesetz — freundschaftliche und feindliche Pole. Erklärung der magnetischen Erscheinungen aus entgegengesetzten Magnetismen. Magnetnadeln. — Kompaß — Declination — Inclination.

X. Abschnitt. Von dem Weltgebäude und der Erde überhaupt.

Mathematische und physische Astronomie. Horizont, Zenith und Nadir, Tagkreise, Weltaxe, Weltpole, Aequator, Weltgegenden, Meridian, Mittagslinie. Gründe für die kugelähnliche Gestalt der Erde. Abgeplattete Gestalt derselben. Breite — Länge eines Orts. Methoden, sie zu bestimmen. Gründe für die Drehung der Erde um ihre Axe. Fixsterne Sternbilder, Planeten, Thierkreis. — Copernikanisches Sonnensystem. Verzeichniß der acht und zwanzig Haupt- und Nebenplaneten. — Vor- und Rückwärtsgehen der Planeten. — Schiefe Richtung der Erdaxe gegen die Ebene der Erdbahn. Ekliptik, Wendekreise, Aequinoctien und Solstitien, vier Jahrszeiten, Coluren, Polarkreise, Zonen. — Senkrechte, schiefe und parallele Stellung der Weltkugel, Folgen daraus. — Nebenwohner — Gegenwohner — Gegenfüßler. — Astronomisches und bürgerliches Sonnenjahr, wahre und mittlere Sonnenzeit, Zeitgleichung — Sterntag.

tag. Von dem Monde (elliptische Bahn, Erd- — nähe und Erdferne, Mondsphasen, periodischer und synodischer Mondenmonath, Knoten, Knotenlinie — Sonnen- und Mondfinsternisse — Beschaffenheit des Mondes). — Von der Sonne (Größe derselben, Sonnenflecken, Sonnenfackeln, Axenumdrehung, wahrscheinliche Beschaffenheit der Sonnenatmosphäre). — Elliptische Bahnen der Planeten [Sonnennähe und Sonnenferne, Brennpunkt der Ellipse, Gesetze des Umlaufs der Planeten, Neigungen der Planetenbahnen gegen die Erdbahn]. — Merkur — Venus [Morgen- und Abendstern]. — Mars — Ceres — Pallas — Juno — Jupiter [vier Trabanten]. — Saturn [zwei Ringe und sieben Trabanten]. — Uranus [sechs Trabanten] Tafeln über die Entfernungen, Durchmesser, Zeit des Umlaufs, Zeit der Axendrehung ꝛc. der Planeten. — Ursache von der Bewegung der Planeten — Centralkräfte — Kometen — Fixsterne [Höhe derselben, Azimuth, Abweichung, gerade Aufsteigung, vornehmste Sternbilder]. Milchstraße — Nebelsterne.

XI. Abschnitt. Von der Erde insbesondere.

Veränderungen im Luftkreise. Höhe desselben, Morgen- und Abenddämmerung und Röthe. — Verschiedenheit des Klima's. — Winde [Nutzen derselben — beständige: Ostwinde in der heißen Zone, Passatwinde, Land- und Seewinde. — Veränderliche Winde, Wirbelwinde, Sirocco,

rocco, Samum]. — Wässerichte Meteore [Thau, Reif, Nebel, Wolken, Regen, Hagel, Schnee]. — Leuchtende Meteore [Regenbogen, Höfe um Sonne und Mond, Nebensonnen und Nebenmonden. — Gewitter, Wasserhosen, Wetterleuchten, St. Elmsfeuer, Irrlichter, Sternschnuppen, Feuerkugeln, Nordlicht, Zodiakallicht]. — Vom Meere [Theile des Weltmeers, Tiefe, salzigter Geschmack, Temperatur, Farbe, Leuchten des Meerwassers, Ebbe und Fluth, beständige Ströhmung von Osten nach Westen, besondere Ströhmung, Meerstrudel, Golfstrohm]. — Von den übrigen Gewässern [Entstehung der Quellen, Sauer = Bitter = Stahl = Schwefel = Wasser, heiße Quellen, Bäche, Ströhme, Wasserfälle, Landseen]. — Von den festen Theilen des Erdbodens [Dammerde, andere Schichten. — Ursprung der Bergrücken von gewissen höchsten Punkten. — Tafel über die Höhe einiger Berge. — Schneelinie — Arten der Gebirge: Urgebirge, Ganggebirge, Flötzgebirge, Basaltgebirge, Vulkane. — Erdbeben. — Mancherlei Revolutionen der Erde.

Nachricht.

Von der Encyklopädie der Schulwissenschaften sind bis jetzt erschienen:

I. Abtheilung: Philosophie 5 Theile von Ch. W. und F. W. D. Snell.

II. Abtheilung: Historische Wissenschaften 1r Band. Geschichte der alten Welt vom Kabinets-Rath Jost.

III. Abtheilung: Mathematik 1r Band. Arithmetik und Algebra von Fr. W. D. Snell.

IV. Abtheilung: Naturwissenschaften 1r Theil. Naturlehre von F. W. D. Snell.

Giesen, den 1. April 1806.

Taschè und Müller.

Einleitung.

In einer Einleitung zu einem wissenschaftlichen Lehrbuche ist es zweckmäsig, einige allgemeine Ansichten über den Begriff und die Grenzen der Wissenschaft, die darin abgehandelt werden soll, und eine Uebersicht über die Haupttheile derselben vorausgehen zu lassen, welches zur Verständlichkeit des Folgenden viel beyträgt. Dieses wird auch der Zweck gegenwärtiger kurzen Einleitung seyn. Wir wollen zu bestimmen suchen, in wie fern sich Physik von andern verwandten Wissenschaften unterscheide, und was wesentlich zu ihr gehöre — in welcher Ordnung ihre einzelnen Theile am bequemsten vorgetragen werden können — worin das Geschäft des Naturforschers bestehe, — und was für mancherlei Vortheile das Studium der Naturlehre den Menschen gewähre.

Das Wort Natur in seiner allgemeinsten Bedeutung begreift alle erschaffene, sowohl materielle als geistige Wesen, ihre Eigenschaften,

Kräfte, und deren Wirkungen in sich. In dem weitesten Sinne würde also Naturlehre der Inbegriff alles dessen seyn, was sowohl die Erfahrung von den Eigenschaften und Kräften aller Wesen lehrt, als auch, was die Vernunft durch Schlüsse aus diesen Erfahrungen in Rücksicht auf den allgemeinen Zusammenhang, und die wechselseitigen Einwirkungen dieser Wesen auf einander, herleitet.

Wir dürfen aber die Grenzen dieser Wissenschaft nicht so weit ausdehnen. Denn das eigentliche Wesen geistiger Substanzen zu erforschen geht über die Kräfte unsers Erkenntnißvermögens: alles aber, was wir über die Anlagen und Kräfte der menschlichen Seele sagen können, sind Schlüsse aus Erfahrungen über die mancherlei Veränderungen, die in uns selbst vorgehen (verschiedene Arten des Empfindens, Erkennens der Willensäusserungen u. s. w.). Dieses sind Gegenstände der empirischen Psychologie, oder Erfahrungsseelenlehre, die nicht in die Naturlehre gehört.

Natur im engern Sinne begreift die Körperwelt, und die Eigenschaften und Kräfte derselben. Materie oder Körper ist das, was einen gewissen Raum einnimt, und vermittelst der Sinne von uns wahrgenommen werden kann.

Das

Das Geschäft des Naturforschers im Allgemeinen besteht darin, sich Kenntniß von den verschiedenen Arten materieller Substanzen, sowohl nach ihren äussern Merkmalen, als nach den verschiedenen Grundstoffen, aus welchen sie zusammengesetzt sind, zu erwerben — das Verhältniß der extensiven und intensiven Größen nach Maas und Gewicht zu bestimmen — die allgemeinen und besondern Eigenschaften und Kräfte der Körper zu erforschen — den Ursachen ihrer Veränderungen nachzuspüren — und so die Gesetze aufzusuchen, nach welchen sich diese Veränderungen regelmäsig zutragen.

Wie weit umfassend das Gebiet der Naturkunde sey, läßt sich hieraus beurtheilen. Die einzelnen Theile derselben sind:

1) Naturgeschichte, Erzählung von der Beschaffenheit, und den äussern Kennzeichen der Körper, und Classification derselben nach ihren Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten.

2) Chemie, Zerlegung der Körper in ihre einfachen Grundstoffe, und Zusammensetzung anderer Körper aus denselben.

3) Physiologie der Thiere und Pflanzen, welche in Erklärung der Veränderungen, die in diesen organischen Körpern vorgehen, und des wechselseitigen Einflusses der einzelnen Theile

dieser Körper, bestehet. Zu ihr gehört die Anatomie, die Wissenschaft von der Einrichtung, Gestalt, und Lage der einzelnen Theile eines thierischen oder vegetabilischen Körpers.

4) Angewandte Mathematik, beschäftigt sich mit der Größe der Körper, und der Bestimmung des Verhältnisses der extensiven und intensiven Größen derselben. Da jeder Körper einen Raum erfüllt, so lassen sich die Lehren der reinen Mathematik auf jeden Theil der Natur anwenden.

5) Naturlehre oder Physik im engen Sinne, die Wissenschaft von den Gesetzen und Ursachen der Naturerscheinungen oder Veränderungen in der Körperwelt.

Hieraus ist klar, daß ein Körper dem Naturforscher mancherlei Seiten darbietet, um das Eigenthümliche desselben, so weit es dem Menschen möglich ist, zu untersuchen. So wird z. B. das Wasser eines gewissen Flusses als Gegenstand der Naturgeschichte behandelt, wenn seine Farbe, Geschmack, Grad der Durchsichtigkeit ꝛc. beschrieben wird. Chemisch wird es erstlich von den erdichten und andern beygemischten Substanzen geschieden, und alsdann in seine einfachen Grundstoffe (die Lebensluft und brennbare Luft) zerlegt. Mathematisch wird seine eigen-

eigenthümliche Schwere gegen die von ganz reinem Wasser bestimmt. In der Physik endlich werden die Ursachen von dem Zusammenhange der einzelnen Theile, von ihrer Elasticität, Schwere, von dem Uebergange der tropfbaren Flüssigkeit in elastische Dämpfe oder in festes Eis durch Vermehrung oder Verminderung der Wärme u. d. g. erforscht.

Die vier zuerst genannten Wissenschaften sind als Hülfswissenschaften für den Physiker unentbehrlich. Denn er wird keine richtige und gründliche Kenntniß der Natur erlangen, wenn er sich nicht mit der äussern und innern Beschaffenheit, den Bestandtheilen, der Größe, dem Gewicht ꝛc. der Körper bekannt macht.

Zu dem eigentlichen Gebiete der Physik gehören folgende Theile:

1) Die Untersuchung von den allgemeinsten Eigenschaften der Materie überhaupt, z. B. Ausdehnung, Theilbarkeit, Bewegbarkeit, Schwere, und von den Gesetzen, nach welchen sich die Körper bewegen, anziehen, abstoßen u. s. w.

2) Die Untersuchung über die besondern Eigenschaften solcher körperlichen Substanzen, die nicht zu den sogenannten Naturalien (den Pflanzen, Thieren und Mineralien) gehören. Dahin gehören z. B. die Luft, der Wärmestoff,

die

die elektrische Materie u. d. g. — Die Erscheinungen der Veränderungen dieser Stoffe werden unter gewisse Regeln gebracht, und ihr Zusammenhang mit andern Erscheinungen wird erklärt.

3) Die physische Geographie von der allgemeinen Beschaffenheit unsers Erdbodens und des sie umgebenden Dunstkreises. Sie handelt also von der verschiedenen Art der Gebirge, Ströhme, Seen, von der Beschaffenheit des Meers, von den Ursachen der Lufterscheinungen, der Ebbe und Fluth, der Erdbeben, Vulcanischen Eruptionen u. d. gl.

4) Die physische Astronomie handelt von den übrigen Weltkörpern, der Sonne, den Planeten, Cometen und Fixsternen, von ihrer Größe, Bahn, Bewegung u. s. w, von der Einrichtung unsers Sonnensystems, und den Gründen, woraus sich die Bewegung der Erde und der übrigen Planeten um die Sonne erklären läßt.

Erfahrung führt zur Kenntniß der Natur. Sie liefert manigfaltigen Stoff, der durch vernünftiges Nachdenken gewissen Principien gemäß geordnet wird. Dadurch erhält das Manigfaltige eine gewisse Einheit, die isolirten Erfahrungen werden in Zusammenhang gebracht, ähnliche Wirkungen aus verwandten Ursachen erklärt, und von diesen wieder höhere Ursachen aufgesucht.

sucht. Das Ganze erhält eine systematische Form, und wird Wissenschaft der Natur. Freilich wird der bescheidene Naturforscher gern bekennen, daß sein Wissen sehr unvollkommen ist, und daß er sich öfters nur mit wahrscheinlichen Erklärungen begnügen muß. Ins Innere der Natur dringt kein erschaffner Geist, sagt schon Haller. Die lezten Ursachen der Naturerscheinungen bleiben uns immer verborgen.

Das Hauptgeschäft des Physikers besteht in Erklärung der Ursachen von den manigfaltigen Veränderungen der Körperwelt, oder Aufsuchung der Bedingungen, unter welchen gewisse Naturerscheinungen nothwendig vorgehen müssen. Wenn er z. B. sieht, daß alle Körper, deren Schwerpunkt nicht unterstüzt ist, in beschleunigter Bewegung nach der Erde hinfallen, so leitet er aus diesen Erfahrungen das allgemeine Gesetz der Schwere her. — Wenn er bemerkt, daß die Luft, das Licht, und andere elastische Materien unter gewissen Umständen von entgegenstehenden Flächen zurückgeworfen werden, so führt ihn dieses auf das Gesetz der Reflexion, daß solche Körper unter demselben Winkel zurückprallen, unter welchem sie anstoßen. Daraus erklärt er die Entstehung des Echo's, des Regenbogens, des Gebrauchs der Hohlspiegel zum Anzünden

zünden und andere Erscheinungen. Und so sucht er alle andere Naturbegebenheiten unter Regeln zu bringen, nach denen sie sich zutragen. Diese heißen Naturgesetze.

Ein Hauptprincip, das ihn bey diesen Nachforschungen leiten soll, ist, daß man alle Erscheinungen der Natur auf eine natürliche Art zu erklären streben müsse, d. i. aus Ursachen, die in der Natur selbst liegen. Denn durch Einführung übernatürlicher Ursachen wird alle weitere Nachforschung aufgehoben. Freilich hat die Vernunft die stärksten Gründe, anzunehmen, daß die ganze Welt, und ihre nach ewig gültigen Gesetzen eingerichtete Ordnung von einem höchstmächtigen und weisen Wesen abhänge. Aber mit dieser Ueberzeuguug hängt obiges Princip genau zusammen, daß wir keine Begebenheit in der Sinnenwelt als unmittelbare übernatürliche Wirkung eines höhern Wesens ansehen dürfen. Die aberglaubige Menge wird zwar bey jeder auffallenden Erscheinung sogleich Wunder! schreien; aber der besser unterrichtete Theil der Menschen weiß, daß schon sehr viele solcher ausserordentlichen Erscheinungen aus natürlichen Ursachen erklärt worden sind, und daß in solchen Fällen, wo man noch keinen völlig gewissen Grund angeben konnte, der einfache Weg der Nach-

Nachforschung innerhalb dem Gebiete der Natur selbst nicht verlassen werden darf. Man begnüge sich alsdann einstweilen mit wahrscheinlichen Erklärungsarten oder Hypothesen. Schon öfters haben solche in der Folge zur Gewißheit geführt, und die meisten jetzo als gewiß angenommene Naturgesetze sind ehemals Hypothesen gewesen.

Eine Hypothese darf weder andern ausgemachten Wahrheiten zuwider seyn, noch etwas an sich Widersprechendes enthalten, (wie wenn man z. B. den Fall eines frei schwebenden Körpers nach der Erde aus dem Druck der obern Luft erklären wollte, da doch die Elasticität der untern Luft eben so stark entgegenwirkt). Auch muß sie zur ungezwungenen Erklärung der Naturerscheinung hinreichend seyn. Die Wahrscheinlichkeit solcher Hypothesen wird in eben dem Verhältnisse zunehmen (und öfters zur Gewißheit werden) je mehr sie sich durch fernere Wahrnehmungen bestättigt, und je mehr einzelne Umstände sich daraus leicht erklären lassen. Ein Beyspiel hierzu giebt die Theorie des Copernikus von der Bewegung der Erde und der andern Planeten um die stillstehende Sonne. — Wenn aber bey einer Hypothese auch noch manches schwankend und unerklärt bleibt, so fordert

dert

dert es dennoch das Streben der Vernunft nach Einheit der Principien, solche Vermuthungen einstweilen an die Stelle der gewissen Gründe zu setzen. In der Folge werden Beyspiele von solchen mehr oder weniger wahrscheinlichen Erklärungsarten der Naturerscheinungen vorkommen.

Um den vorzüglichsten Zweck bey allen Nachforschungen dieser Art zu erreichen, welcher in Entdeckung der Naturgesetze besteht, ist es nothwendig, genaue Beobachtungen und Versuche anzustellen. Eine Beobachtung heißt jede Wahrnehmung einer Erscheinung, welche die Natur ohne Veranlassung von unserer Seite darbietet, und wobey wir den Gegenstand nicht willkührlich verändern. Dahin gehören z. B. die Wahrnehmungen von dem Laufe der Planeten, der Entstehung des Gewitters, der Veränderung von Wärme und Kälte, der Entstehung schädlicher Luftarten an Sümpfen oder unterirdischen Gewölben u. d. g. Versuche sind Wahrnehmungen, wobey der Gegenstand der Wahrnehmung von uns mit Absicht verändert, und in eine solche Lage gebracht wird (durch) Zertheilung, Auflösung ꝛc.) daß gewisse Erscheinungen entstehen müssen, die uns zur weitern Erforschung der Eigenschaften und Kräfte der Körper nothwendig sind: z. B. Aufsuchung der Grund-

stoffe

stoffe der Körper durch chemische Kunstgriffe, Untersuchung der Eigenschaften der Luft durch die Luftpumpe, des elektrischen Stoffs durch dazu dienliche Werkzeuge ꝛc.

Zur Anstellung von richtigen Beobachtungen und Versuchen gehören gute Sinnwerkzeuge, Fähigkeit, Uebung, Aufmerksamkeit, Genauigkeit und Unpartheilichkeit — auch öfters ein guter Vorrath von physikalischen Instrumenten, Kenntniß von dem zweckmäßigsten Gebrauche derselben, und mancherlei andere Vorkenntnisse. Wer sich mit dem Wichtigsten bekannt macht, was in diesem Fache schon von andern geschickten Männern geleistet worden ist, wird sich nicht vergeblich bemühen, schon gemachte Entdeckungen noch einmal zu machen, sondern er wird die noch wenig angebaute Regionen seiner Wissenschaft weiter zu cultiviren suchen, und da fortfahren, wo andere geendigt haben. (Die speciellen Regeln bey Anstellung der Beobachtungen und Versuche findet man in der angewandten Logik.)

Der Nutzen des Studiums der Physik ist von mancherlei Art. Es befördert das dem Menschen sehr natürliche Bestreben, die Ursachen und Gründe der Erscheinungen kennen zu lernen, und gewährt ihm vielfaches Vergnügen. Es befördert die formelle Bildung des Geistes, indem

durch

durch Vergleichen, Unterscheiden, Aufsuchen des Zusammenhangs der Naturgegenstände, Erforschung der Gründe u. d. g. das Nachdenken geweckt, die Urtheilskraft geschärft, und der Geist von kleinlichen und nichtsbedeutenden Beschäftigungen abgezogen wird. Nicht nur dadurch wird die Naturlehre ein Beförderungsmittel der Geistesthätigkeit bey dem Studium jeder andern Wissenschaft, sondern auch durch ihren genauen Zusammenhang mit vielen andern Kenntnissen. Ohne Einsichten in die Natur wird der Philolog manche Stellen der alten Profanscribenten, und der Theolog manche Stellen der Bibel nicht erklären können. Die vertraute Bekanntschaft mit derselben wird den leztern in Stand setzen, manche Lehren der Religion lebendiger und kräftiger darzustellen. Er wird im Stande seyn, seine Zuhörer mit Bewunderung und Ehrfurcht gegen den Weltschöpfer zu erfüllen, indem er sie lehrt, dessen Macht, Weisheit und Güte aus seinen Werken zu erkennen. — Für den Oekonom, den Kameralisten, den Arzt, den praktischen Mathematiker u. a. m. ist diese Wissenschaft ganz unentbehrlich. Die manigfaltigen Wirkungen der Körperwelt auf uns, die Gefahren, welche uns von der Seite bedrohen, die Anwendungen, welche wir zu unserm Nutzen

und

und Bequemlichkeit davon machen, der Einfluß den die Kenntniß der Naturlehre auf jede menschliche Kunst und Gewerbe hat, sind zu bekannt, als daß wir uns dabey aufhalten sollten. Durch sie wurde der Mensch in den Stand gesezt, Mittel gegen viele Krankheiten, gegen die Zerstörungen des Blitzes, gegen die schädlichen Wirkungen tödlicher Luftarten u. d. g. zu erfinden – mit Hülfe des Kompasses weite Meere zu durchschiffen, mit Hülfe geschliffener Gläser die Welt im Großen und Kleinen zu erforschen — für tausend Bedürfnisse der Nahrung, Kleidung, der Vertheidigung ꝛc. durch zweckmäsige Maschinen zu sorgen, die bald durch Dämpfe, bald durch Wasser, oder Luft, oder Gewichte getrieben werden. — Endlich befreiet die Kenntniß der Natur den Menschen von mancher abergläubigen Furcht vor vermeintlichen Wunderzeichen, Hexen und Kobolden, vor Ahndungen und Gespenstern u. d. g. Die auffallendsten Erscheinungen wird er als Wirkungen von natürlichen Ursachen ansehen, und die ungegründeten Meinungen des unaufgeklärten großen Haufens zu berichtigen, und dadurch die Beruhigung und das Wohl seiner Mitmenschen zu befördern suchen.

Zum Beschluß dieser Einleitung noch etwas von dem Gange, den die Naturlehre unter den

Men-

Menschen genommen hat, von ihrem ersten Ursprunge und allmähligen Fortschreiten. Physik als Wissenschaft ist noch nicht alt, ein Produkt der leztverflossenen Jahrhunderte; aber Materialien dazu sammelten die Menschen schon von den ältesten Zeiten her. Die Befriedigung ihrer Bedürfnisse führte sie schon frühe zu Beobachtungen über Naturgegenstände, welche sie zunächst umgeben. So veranlaßten Nothwendigkeit und Neugierde manche Erfindungen. Ohne einige Kenntniß vom Laufe der Gestirne ist fast keine Schiffahrt möglich. Auch war sie nöthig um das Jahr abzutheilen. Wir finden den ersten Ursprung dieser Kenntnisse bey den Aegyptiern und Chaldäern (welche durch das ebene Land und den meist heitern Himmel zur Beobachtung desselben besonders eingeladen wurden) und bey den Phöniciern. — Schon frühe empfand man das Bedürfniß, Metalle zu bearbeiten, um Werkzeuge zum Bauen der Wohnungen, und zur Cultur des Landes zu erfinden: man färbte Wolle, erfand die Kunst, Brod und Bier zu bereiten, wendete einfache Maschinen beym Bauen an u. s. w. — Von den morgenländischen Völkern lernten die Griechen, und von diesen die Römer. Unter den ersten beschäftigten sich mehrere Schulen der Weltweisen mit physikalischen Untersuchungen, besonders die jonische, pythagoräische, platonische und aristotelische. Freilich waren

ren ihre Untersuchungen meistens mehr speculativ als praktisch — mehr zur Grundlage gewisser philosophischer Systeme angewendet, als im wirklichen Leben brauchbar. Doch macht der scharfsinnige Aristoteles hiervon eine rühmliche Ausnahme. Mehrere vortrefliche Mathematiker der Griechen trugen auch zur weitern Untersuchung der Natur vieles bey. — Unter den Römern erhielt sich manches von diesen Kenntnissen, ob sie gleich selbst wenig neue Forschungen anstellten. — In den Zeiten des Mittelalters wurde der Beobachtungsgeist durch die Speculationen der Scholastiker und die allgemeine Barbarei in den Wissenschaften erstickt. Jeder der etwas mehr Kenntniß der Natur besaß, als der große Hause, wurde für einen Zauberer gehalten. Doch fallen in diesen Zeitraum einige wichtige Entdeckungen z. B. des Schiespulvers, des Kompasses ꝛc. Auch wurde durch die Araber die Naturkunde mit lobenswürdigem Eifer cultivirt. — Erst nach der Wiederauflebung der Wissenschaften seit dem funfzehenten Jahrhunderte fand auch die Naturlehre unter den abendländischen Europäern wieder manche Verehrer. Der Aberglaube und Hang zum Wunderbaren wurde immer mehr verdrängt, und der freie Beobachtungsgeist allgemeiner in Thätigkeit gesetzt. So erhielt diese Wissenschaft viele Berichtigungen und Zuwachs durch angestellte Versuche.

suche. Auch dadurch, daß die Hülfswissenschaften, Mathematik, Chemie und Naturgeschichte mehr getrieben wurden, bekam die Physik ein festeres Fundament, uud zuerst die Form einer Wissenschaft. Die Nahmen eines Franz Baco, Robert Boyle, Gallilái, Gassendi, Carteſius, Copernicus, Kepler, Otto von Guerike, Torricelli, Leibniz, Newton und vieler anderer werden in der Geschichte der Naturwissenschaften immer unvergeßlich bleiben. Seit der Mitte des achtzehenten Jahrhunderts wurde die Chemie zuerst mit vielem glücklichen Erfolge getrieben. Durch die Bemühungen eines Lavoiſier, Priſtley, Gren und so mancher andern schon verstorbenen und noch lebenden Chemiker bekam die Physik eine ganz andere Gestalt. Die mannigfaltigen Anwendungen ihrer Lehren auf Verbesserung der Künste und Gewerbe, der dadurch erhaltene größere Flor des Handels und Manufakturwesens, die Unterstützung mancher Landesherrn und reicher Privatleute, der Eifer vieler gelehrten Gesellschaften, die Entdeckungsreisen eines Banks, Solanders, Forsters, Pallas, Humbold u. a. m. die Erfindung mancher zweckmäßigen physikalischen Werkzeuge, und mehrere andere vortheilhafte Umstände, haben in unsern Tagen die Naturlehre der Vollkommenheit näher gebracht. Aber das, was wir darin gewiß wissen, ist doch nur wenig gegen das, was noch zu entdecken ist.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Eigenschaften der Körper.

Jede Art von Körpern hat gewisse besondere Eigenschaften, die sie von andern Arten unterscheiden. Einige sind durchsichtig, andere nicht — einige können durch Feuer geschmolzen werden, andere nicht — einige können nur durch etliche Sinne wahrgenommen werden, andere durch alle Sinne u. s. w. — Bey dieser großen Verschiedenheit findet sich aber auch vieles Uebereinstimmende in der ganzen Körperwelt. Es giebt gewisse Eigenschaften, die allen Körpern als solchen wesentlich zukommen, und daher nothwendig bey ihnen angetroffen werden. Diese sind: Ausdehnung, Undurchdringlichkeit, Theilbarkeit, wechselseitige Anziehung, Beweglichkeit, Trägheit, Schwere. Wir wollen von denselben hier das Wichtigste anführen.

Die erste allgemeine Eigenschaft ist die Ausdehnung. Jeder Körper muß einen Raum einnehmen: denn wir können uns denselben anders gar nicht denken, als daß seine Theile ausser und nebeneinander sind. Also kann man seine Ausdehnung nach Länge, Breite und Dicke messen. Die Grenzen jedes Körpers sind Flächen, die nur eine Länge und Breite, aber keine Dicke haben. Da die Ausdehnung jedes Körpers endlich oder begrenzt ist, so muß er eine Figur haben.

Die Ausdehnung allein würde den Begriff von Körper noch nicht geben. Denn der leere Raum ist auch ausgedehnt, und jedes Stück des leeren Raums wird daher auch ein geometrischer Körper genennt, weil man in der Geometrie blos die Messung der Größe zum Zweck hat, und deswegen bey dem Körper auf keine andere Eigenschaft Rücksicht nimmt, als auf seine Ausdehnung. — Zum physischen Körper gehört noch etwas mehr, als Ausdehnung, nämlich daß in dem Raume wirklich etwas sey. Dieses Körperliche oder Materielle erfüllt einen Theil des Raums. Wie man in einen solchen erfüllten Raum einzudringen strebt, so widersteht die Materie. Da wo sie sich befindet, kann nicht zugleich auch noch eine an-

dere

dere materielle Subſtanz ſeyn. Dieſe Eigenſchaft der Materie heiſt ihre Undurchdringlichkeit. Es iſt hier nicht die Rede von den Zwiſchenräumen der Materie, in welche Luft, Waſſer, und andere Körper eindringen können, ſondern von der Materie ſelbſt. Da, wo die Theile eines Schwammes ſich befinden, kann kein Waſſer ſeyn, ſondern nur zwiſchen dieſen Theilen.

Man nimmt an, daß jeder Körper gewiſſe Poren oder Zwiſchenräume habe, in welche andere Materien eindringen können, weil wir keinen Körper kennen, der vollkommen dicht wäre, das iſt, wo der Raum, den der Körper einnimmt, in jedem Punkte mit Materie erfüllt wäre. Indeſſen wäre es an ſich nicht unmöglich, daß auch ein Körper exiſtiren könnte, deſſen Theile ſo genau zuſammenhiengen, daß ſie ſich in allen Punkten berührten, und alſo keine Zwiſchenräume darin ſtatt fänden. Sehen wir aber darauf, was die Erfahrung lehrt, ſo iſt die Poroſität eine allgemeine Eigenſchaft der Materie, und kein Körper iſt vollkommen dicht. Die dichteſten Körper, welche die Erfahrung aufſtellt, ſind Platina und Gold, und doch haben ſie eine Menge Zwiſchenräume. Auch iſt kein Körper ſo dicht, der nicht durch Wärme-

stoff, elektrische Materie u. dgl. durchdrungen werden könnte. — Goldblättchen gegen das Licht gehalten sind etwas durchsichtig. Queckſilber läßt sich durch einen ledernen Beutel drücken. — In Wasser läßt sich eine gewisse Quantität Salz auflösen, ohne daß der Raum merklich vergrösſert wird, weil das aufgelößte Salz in die Zwischenräume des Wassers dringt. — Noch ein Beyspiel von der Porosität des Papiers. Man schreibe mit einer Auflösung von Bleiglätte in Wasser auf das letzte Blatt eines Buchs Papier. Bestreicht man das erste Blatt, wenn die Schrift trocken geworden ist, mit einer Auflösung von Schwefelkalk in Wasser, und preſſet das Buch Papier einige Minuten, so wird die Schrift braun werden, ohne daß eine Spur in den mittlern Blättern zu sehen ist.

Die Zwischenräume sind nicht bey allen Körpern von gleicher Beschaffenheit, bey dem einen finden sich mehrere oder größere, als bey dem andern. Daher ist die Masse eines Körpers, (oder die materiellen Theile desſelben ohne die Zwischenräume), wohl zu unterscheiden von seinem Volumen, oder der Größe des Raums, den der ganze Körper, die darin befindlichen Poren mit eingeschlossen, einnimmt. — Bey Körpern von gleicher Dichtheit verhalten sich die

Massen

Massen oder Gewichte, wie ihr Volumen; z. B. ein Stück Blei, welches dreimal so viel wiegt, als ein anderes, ist auch dreimal so groß. — Bey verschiedener Dichtheit aber hat der lockere Körper weniger Masse, als ein dichterer von gleichem Volumen. Zum Beyspiel diene ein Cubikzoll Korkholz und ein Cubikzoll Blei.

Aus der Porosität folgt die Möglichkeit, jeden Körper in einen kleinern Raum zusammen zu pressen, oder die Compressibilität. Sie wird nach dem verschiedenen Grade der Dichtheit größer oder geringer seyn. Auch wird sie für menschliche Kraft ihre Grenzen haben, obgleich auch dann noch die Pressung in einen engern Raum an sich möglich bleibt, weil immer noch Poren vorhanden sind. — Ein Beyspiel von großer Zusammenpressung giebt die Luft. Ein Engländer, Nahmens Hales, hat sie in einen mehr als 1800mal engern Raum zusammengepreßt. — Die Compression des Wassers hat lange nicht gelingen wollen. Kugeln von Gold oder Blei damit angefüllt, und zugeschmolzen, ließen das Wasser durch die Poren dringen, wenn sie sehr heftig geschlagen wurden. Nachgehends hat man doch eine Maschine erfunden, worin vermittelst sehr großer Gewalt (durch Schrauben) das Wasser auf einen etwas

kleinern

kleinern Raum zusammengepreßt werden konnte. Brunnenwasser wurde durch ein Gewicht von 2509 Pfund um $\frac{1}{33}$ seines Raums zusammengepreßt.

Aus der Porosität folgt auch zum Theil die Elasticität oder Federkraft mancher Körper. Jeder Körper widersteht der Zusammenpressung mehr oder weniger. Bey einigen wird vorzüglich das Bestreben bemerkbar, ihre vorige Gestalt wieder anzunehmen, wenn die Pressung nachläßt: z. B. Degenklingen, gespannte Bogen, Säcke voll Pferdehaar oder Wolle ꝛc. — diese Eigenschaft heißt Elasticität. Der Grund davon liegt nicht sowohl in der größern oder geringern Menge von Poren, als vielmehr in der Art des Zusammenhangs der kleinsten Theile. Wenn z. B. eine Klinge gebogen wird, so werden die Theilchen auf der concaven Seite sehr zusammengepreßt, und die auf der convexen Seite ausgedehnt. Beides wird bey nachlassendem Druck die Ursache seyn, daß die Theilchen wieder in ihre vorige Lage zurückspringen.

Die Elasticität zeigt sich bey manchen Körpern nicht blos bey Zusammenpressung, sondern auch bey gewaltsamer Ausdehnung: z. B. elastisches Gummi, gewundene Stahlfedern ꝛc. schnuren

ren wieder zusammen, wenn sie auseinander gezogen worden sind. Wenn in einer verschlossenen Blase die Luft durch Wärme sehr ausgedehnt worden ist, so wird sie bey Nachlassung der Wärme wieder zusammen fallen. — Man kann daher Elasticität allgemein als das Bestreben der Körper ansehen, ihren vorigen Raum wieder einzunehmen, und die vorige Gestalt wieder anzunehmen, wenn die äussern Kräfte die diese verändert haben, zu wirken aufhören.

Alle Körper sind mehr oder weniger elastisch, welches durch die weiter unten folgende Lehre vom Schalle Bestätigung findet. Denn jeder Körper ist im Stande, wenn er geschlagen, gestoßen oder gerüttelt wird, in der ihn umgebenden Luft Schwingungen hervorzubringen, so daß wir einen Schall oder ein Geräusch hören können. Auf diese Art zeigt sich, daß auch alle tropfbare Flüssigkeiten einigermaßen elastisch sind. — auch gehört die Erfahrung hieher, daß eine unter einem sehr schiefen Winkel gegen die Oberfläche des Wassers geschlossene Kugel unter denselben Winkel zurückspringt. Bey einigen Körpern kann durch Schlagen die Elasticität vermehrt werden, wie z. B. bey erhitztem Eisen. (Doch zu langes Schlagen vermindert sie wieder). — Durch zu lange Anspannung verliert

mancher Körper etwas von seiner Elasticität, wie z. B. Bogen. — Die Veränderung der Figur eines elastischen Körpers bey erfolgtem Stoße geschiehet öfters so schnell, daß wir sie durch die Augen nicht wahrnehmen, sondern nur aus den Wirkungen bemerken. Wenn man z. B. eine elfenbeinerne Billardkugel auf eine glatte mit dünnen Firniß überzogene Marmorplatte fallen läßt, so lange der Firniß noch naß ist, so wird man bemerken, daß die Kugel die Platte nicht blos in einem Punkt, sondern in einer runden Fläche berührt hat (indem sich nämlich bey dem Stoß ihre kugelförmige Gestalt plötzlich in eine mehr ovale verwandelte, die sich aber in dem darauf folgenden Augenblick eben so plötzlich wieder herstellte).

Unter die allgemeinen Eigenschaften der Körper gehört ferner die Theilbarkeit. Vorerst bemerke ich, daß hier nicht von der chemischen sondern von der physischen oder mechanischen Theilung die Rede ist. Die erstere besteht in der Zerlegung eines Körpers in seine einfachen Grundstoffe, z. B. des Zinobers in Queckſilber und Schwefel, des Oels in gewisse Säuren, Wasser und Brennstoff, und der Säuren und des Wassers in ihre einfachen Bestandtheile. Wir können zwar viele Körper

durch

durch chemische Kunstgriffe zerlegen, aber nicht alle. Und diejenigen Grundstoffe, die sich nicht weiter zerlegen lassen, nennen wir einfache, ob wir gleich nicht behaupten können, daß sie weiter nicht mehr zusammengesetzt seyen, weil durch künftige Untersuchungen vielleicht noch Mittel gefunden werden, auch diese zu zerlegen.

Die physische Theilung besteht in der Zerstückelung des Körpers in kleinere Theile. Diese muß immer möglich seyn, weil jeder auch noch so kleine Körper noch ausgedehnt ist, oder einen Raum erfüllet. Wenn die Frage aufgeworfen wird, wie weit diese Theilung gehen könne? so müssen wir unterscheiden zwischen dem, was durch menschliche Kräfte möglich ist, und dem, was an sich möglich ist. Die wirkliche Theilung hat ihre Grenzen, so wie die Wahrnehmungsfähigkeit ihre Grenzen hat. Was so klein ist, daß es nicht mehr in die Sinne fällt, existirt für uns nicht mehr, ob es gleich immer noch einen kleinen Raum einnimmt, und in die Körperwelt gehört. Aber auch manche andere kleine Körperchen, die wir noch wahrnehmen, z. B. die feinsten Sandkörnchen, die Theile des Rauchs, die aus der Blume ausströhmenden Theilchen, welche den Geruchssinn afficiren ꝛc. können

nen

nen wir nicht weiter theilen, weil es uns an Mitteln dazu fehlt.

Daraus folgt aber nicht, daß diese kleinen Körperchen nicht weiter theilbar seyen. Im Gegentheil läßt sich erweisen, daß jedes noch so kleine Stück der Materie als ohne Ende theilbar gedacht werden müsse, weil es immer noch einen Raum erfüllet, und der Raum selbst in Gedanken ohne Ende theilbar ist. Jeder körperliche Raum hat Flächen zu Grenzen, die nur eine Länge und Breite, aber keine Dicke haben; daher ist er nicht aus aufeinander gelegten Flächen zusammengesetzt, sondern jeder noch so schmale Theil desselben ist wieder körperlich (hat drei Abmessungen, eine Länge, Breite und Dicke). Man kann sich nicht denken, daß ein Körper zu einer Fläche, eine Fläche zu einer Linie, eine Linie zu einem Punkt zusammenschwinden könne. Bey der in Gedanken vorgenommenen Theilung der Körper dürfen wir also nie stehen bleiben: denn jedes Stückchen kann auch um die Hälfte kleinere Flächen zu Grenzen haben, als vorher, und dieses geht ohne Ende fort.

Da diese Theilung nur in Gedanken geschieht, so dürfen wir nicht sagen, daß ein Körper wirklich aus unendlich vielen Theilen bestehe, sondern

sondern nur, daß jedes Stück desselben immer noch weiter theilbar vorgestellt werden müsse. Eine vorhandene unendliche Menge von Theilchen in einem begrenzten Raume wäre ein Widerspruch. Aber das widerspricht keiner andern ausgemachten Wahrheit, daß wir nie nöthig haben, die Theilung als vollendet, oder etwas Kleines als das Kleinste, was möglich ist, anzusehen. — Das was man gewöhnlich Atomen nennt, als solche Theilchen der Materie, die an sich nicht weiter theilbar wären, giebts daher nicht. Aber in Rücksicht auf unsere Sinne, und ihre Wahrnehmungsfähigkeit können wir Atomen annehmen, oder solche kleinste Theilchen, in welche die Materie durch irgend eine Kraft der Natur wirklich zerlegt wird, obgleich auch hier die Erfahrung nicht lehrt, wie weit diese Zerstückelung durch Naturkräfte gehen könne.

Beyspiele von sehr weit gehender Theilung durch die Natur finden wir in Menge. Der Naturforscher Löwenhoek entdeckte durch scharfe Vergrösserungsgläser Infusionsthierchen, deren Durchmesser zu dem eines kleinen Sandkorns sich verhielt wie 1 zu 1000, also verhielt sich ihr Körper zum Körper des Sandkorns wie 1 zu 1000 Millionen. Wie klein müssen die Gliederchen dieser kleinen Thierkörper seyn!

Ein

Ein Gran Karmin färbt 12 Pfund Wasser (ohngefähr 90000 Gran) roth. Jedes Theilchen Karmin muß daher in so viele tausend Theile zertheilt worden seyn.

Mit einem Gran Weihrauch kann man ein ganzes Zimmer durchräuchern. Gesetzt dieses sey 20 Fuß lang, eben so breit und 15 Fuß hoch, so ist der Raum 6000 Cubikfuß, oder (nach dreimal Maas) 6 Millionen Cubikzoll, oder 6000 Millionen Cubiklinien, oder 6 Billionen Cubikscrupel. In noch weit mehrere Theile muß der Weihrauch aufgelößt worden seyn

Ein Stückchen Moschus verliert fast nichts an Gewicht, wenn auch lange Zeit viele Millionen Geruchtheilchen von ihm ausgeströmt sind.

Mit einer Unze Gold kann man einen Silberdrath vergolden, welcher 1320000 Fuß lang ist. Nach 12theiligem Maase ist dieses eine Länge von 19008000 Linien. Man nehme auf einer Linie zwölf erkennbare Theile an, dieses giebt über 2280 Millionen Theile. Diese Zahl muß verdoppelt werden, da der Drath zwei Oberflächen hat.

Mit einer Cubiklinie Gold (an Gewicht 8 Gran) läßt sich eine Fläche von 400 Quadratzoll bedecken (oder 4 Millionen Quadratscrupel). Diese Theile sieht man noch mit bloßen Augen.

Durch

Durch ein starkes Vergrösserungsglas kann man mehrere tausend Millionen Theile unterscheiden.

Die kleinsten Theilchen der Körper besitzen die Kraft, sich wechselseitig einander anzuziehen. Auf dieser Kraft beruht die Möglichkeit der Körper; ohne sie würde sich die Materie im weiten Raum zerstreuen. Wir finden auch, daß zur Trennung der Theile eine gewisse Kraft gehört, welche bey verschiedenen Körpern größer oder geringer seyn muß. Daher müssen wir die Cohärenz oder den Zusammenhang der Theile als eine allgemeine Eigenschaft der Körper ansehen. Die Ursache derselben kann in nichts anderm, als in der aller Materie eigenthümlichen Anziehungskraft liegen.

Die Anziehung nimmt erstlich desto mehr zu, jemehr Massen die Körper haben. So wird z. B. die Erde alle andere kleine Körper, die sie umgeben, nach sich hinziehen. (Von dieser Eigenschaft der Körper, die man Schwere nennt, in der Folge noch mehr). — Zweitens ziehen sich zwei Körper desto mehr an, je größer die Menge ihrer Berührungspunkte ist. Wenn man zwei Glasplatten oder Marmorplatten aufeinander legt, so wird einiger Widerstand zu überwinden seyn, wenn man sie wieder trennen will. Dieses wird noch weit mehr der Fall seyn, wenn

man

man etwas Wasser oder Oel zwischen die Platten giesset, weil dadurch die kleinen Vertiefungen ausgefüllt, und der Berührungspunkte mehrere werden. — Hieraus ist auch klar, daß man durch löthen, leimen, kütten ꝛc. den Zusammenhang sehr vermehren kann, weil dadurch die Menge der Berührungspunkte vermehrt wird.

Die Anziehung wird noch durch manche andere Erfahrungen bestätigt. Wenn man auf ein stillstehendes Wasser kleine Stückchen Korkholz legt, so werden sich dieselben wechselseitig anziehen. Je größer der Haufen wird, desto leichter werden noch die übrigen folgen. — Wenn man Wasser aus einem Gefäße langsam ausgiesset, so werden die Tropfen an der äussern Fläche desselben herablaufen. — Wenn man einen hölzernen Teller horizontal an einen Wagebalken hängt, so daß er mit dem gegenüberhängendem Gewicht gleichstehet, und nun ein Gefäß voll Wasser von unten dem Teller nähert, daß er die Oberfläche berührt, so wird er an dem Wasser hängen. Man wird ein größeres Gegengewicht nöthig haben, um ihn wieder loßzureisen. — Wasser in einem Glase wird am Rande höher stehen, als in der Mitte, weil es davon angezogen wird.

Hier:

Hieraus ist auch das Naßwerden der Körper zu erklären, weil sich das Wasser an die Oberfläche derselben anhängt. — Ferner die Bildung runder Tropfen, weil sich die kleinsten Theilchen des Wassers wechselseitig anziehen, und so die Kugelgestalt formiren. — Die Anziehung ist die Ursache von der Vermischung zweier zusammengegossener Flüssigkeiten, z. B. Wassers und Weins, rothen und weißen Weins u. dgl.

Wir müssen um die hieher gehörigen Erscheinungen richtig beurtheilen zu können, einen Unterschied zwischen der allgemeinen und besondern Anziehungskraft machen. Die erstere findet sich bey aller Materie als solche in gleichem Maase. Ausserdem haben noch verschiedene Materien eine besondere stärkere Anziehung gegeneinander, als gegen andere Körper. Sie ist nicht in allen Körpern gleich. Von dieser wird in der Folge noch etwas mehr gesagt werden. Hier nur vorläufig die Folge, daß daher der verschiedene Grad der Festigkeit kommt. Einen vollkommen harten oder festen Körper, welcher durch keine Gewalt getrennt werden könnte, zeigt uns die Erfahrung nicht. Aber bey manchen ist die Cohäsion doch so stark, daß eine große Gewalt zur Zertheilung nöthig ist, wie z. B. bey gutem Eisen, Kieselsteinen, Diamant ꝛc. — Muschenbroek

broek hat durch Versuche gefunden, daß die Festigkeit der Metalle in folgender abwärtsgehender Ordnung steht: Eisen, Silber, Kupfer, Gold, Zinn, Blei. Er lies metallene Stäbchen, ohngefähr $\frac{1}{5}$ Zoll dick verfertigen, und so lange Gewicht anhängen, bis sie zerrissen. Dazu waren nöthig

bey deutschem Eisen 1930 Pf.
— Silber — 1156 —
— schwedischem Kupfer 1054 —
— Gold — 578 —
— englischem Zinn 150 —
— englischem Blei 25 —

Die Cohäsion richtet sich also nicht nach der Dichtigkeit der Körper. Denn Gold ist weit dichter als Kupfer, Blei dichter als Zinn. — Auch fand dieser Naturforscher, daß die Festigkeit der Metalle durch manche Vermischungen zunimmt. Eine Mischung von Gold und Silber, von Silber und Kupfer, von Kupfer und Zinn, von Zinn und Blei, ist fester, als jedes dieser Metalle einzeln genommen. — Er machte ferner Versuche mit Holzstäbchen von verschiedener Art, die etwa $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser hatten. Sie rissen mit folgenden Gewichten:

Buchenholz mit 1250 Pf. Erlen mit 1000 Pf.
Eschen — — 1250 — Ulmen — 950 —

Eichen

Eichen — — 1150 — Tannen — 600 —
Linden — — 1000 — Fichten — 500 —

Aehnliche Versuche wurden mit Seilen angestellt. Eins der dicksten holländischen Ankerthaue besteht aus 2250 zusammengedrehten Schnüren, deren jede einzeln 100 Pfund trägt. Noch mehr werden die Seile tragen, wenn sie nicht gewunden sind, sondern aus einer Menge horizontal liegender Fäden bestehen, die mit einer Schnur umwickelt sind.

Die Art des Zusammenhangs der Theile ist sehr verschieden, daher entsteht die Zähigkeit, Sprödigkeit, Härte, Weichheit, Flüssigkeit u. s. w. — Man nennt einen Körper zäh, biegsam, wenn seine Theile mancherlei Lagen gegeneinander annehmen, und doch ihren Zusammenhang behalten, wie z. B. Wachs oder weicher Ton. Gold ist auch sehr dehnbar, indem es sich in Blättchen ausdehnen läßt, die viel tausendmal dünner sind als eine Linie (oder der zehente Theil eines Zolles). Aus geschmolzenem Glas lassen sich die feinsten Fäden ziehen, die sehr biegsam sind, und zuweilen, so wie Haare, zu Federbüschen und Peruquen verarbeitet worden sind.

Man nennt einen Körper spröde, wenn er leicht in kleine Stücken zerspringt, auch an

solchen Orten, wo die trennende Kraft nicht darauf wirkt, wie z. B. Glas, Stahl ꝛc. Manche sind so spröde, daß bey der Trennung eines Theils der Zusammenhang aller andern Theile aufhört. Wenn man z. B. von sogenannten Glastropfen (die durch plötzliche Erkältung von Tropfen geschmolzenen Glases in Wasser entstehen) ein Stückchen abbricht, so zerfällt der ganze Körper in Staub.

Eine Materie heißt flüssig, deren kleinste Theile durch eine geringe Kraft von einander getrennt werden können. Die Theile hängen so schwach zusammen, daß sie keinen Körper von bleibender Figur bilden, sondern die Form des Gefäßes annehmen, das sie erfüllen. Dagegen heißt ein Körper fest, wenn seine Theile so stark zusammenhängen, daß sie eine gewisse bleibende Form bilden, wie z. B. die Theile eines Steins oder Holzes. Zur Trennung derselben gehört eine größere Gewalt, als bey flüssigen Massen. — Der Grad der Flüssigkeit richtet sich nach dem größern oder geringern Zusammenhang der kleinsten Theile, und hängt von der Beschaffenheit dieser Theile, öfters auch von dem Grad der Wärme ab. Flüssige Körper können aus Verminderung der Wärme zu festen werden und umgekehrt. Aber auch

bey

bey gleicher Temperatur ist Wasser flüssiger als Oel.

Bey manchen festen Körpern hängen alle Theile gleich stark zusammen, wie z. B. bey einem Stück reinem Metall. Bey andern hängen einige Theile stärker zusammen, als andere. Dieses ist z. B. bey Holz und allen solchen Körpern der Fall, die sich nach der Lage der Fasern leichter zertheilen lassen, als in anderer Richtung. — Von allen diesen Erscheinungen läßt sich weiter kein Grund angeben, als die verschiedene Bildung der kleinsten Theile, und die daraus erfolgende stärkere oder geringere wechselseitige Berührung. Dabey darf man aber nicht aus der Acht lassen, daß die Anziehungskraft selbst in den mancherlei Arten der Materie wesentlich verschieden ist.

Wir gehen nun zu zwei andern allgemeinen Eigenschaften der Körper fort, der Beweglichkeit und Trägheit. Jeder Körper ist beweglich, weil jeder einen Ort im Raume einnimmt, und keine Ursache vorhanden ist, warum er gerade immer an demselben Orte bleiben müßte.

Da jede Wirkung ihre zureichende Ursache haben muß, so müssen wir auch bey dem Anfang und Aufhören einer wirklichen Bewegung

eine solche annehmen. Der Grund davon, daß Körper ihren Ort verändern, liegt in einer gewissen Kraft. Ohne bewegende Kräfte würden alle Körper stets an dem Orte verharren, wo sie sind. Eben so würden auch Körper, die einmal in Bewegung gesetzt sind, stets in der anfänglichen Richtung und Geschwindigkeit sich fort bewegen; wenn keine Kraft vorhanden wäre, die dieses hinderte, das heißt: jeder Körper wird in dem Zustand (der Ruhe oder Bewegung) so lange verharren, bis eine Ursache denselben ändert. Diese allgemeine Eigenschaft der Körper heißt die Trägheit. Wenn wir uns vorstellen, daß ein Körper im leeren Raume, wo nichts seine Bewegung hinderte, einen Stoß erhielte, der hinreichend wäre, ihn in Bewegung zu setzen, so würde er in der geraden Linie, in welcher dieser Stoß auf ihn wirkte, sich immer fort gleich geschwind bewegen. — Ein Körper, der in der Nähe der Erde fortgestoßen wird, wird sehr bald seine Richtung ändern, und zuletzt auf die Erde fallen, wovon theils der Widerstand der Luft, theils die Anziehung der Erde Ursache ist; zwei Kräfte, die den Zustand der Bewegung nach und nach in den der Ruhe verändern. — Wir müssen uns unter der Trägheit der Materie ein Vermögen derselben denken,

den

den Wirkungen einer äussern Kraft Widerstand entgegen zu setzen. Dieser wird sich nach der Größe der Masse richten, und daher wird einerlei Kraft nicht immer dieselbe Wirkung hervorbringen können.

Die Urtheile über Bewegung und Ruhe sind öfters ungewiß. Bey vorgegangener Bewegung bemerken wir zwar, daß die Körper ihre Lage gegen einander geändert haben, aber wir wissen nicht immer sicher, welche Körper sich nur scheinbar bewegt haben. Wir wähnen z. B. daß sich der gestirnte Himmel in 24 Stunden um die Erde bewegt habe, oder daß sich die Bäume am Ufer fortbewegten, wenn wir einen Fluß herabschiffen, da doch diese Gegenstände nicht fortgerückt sind, sondern wir selbst. — Eine wahre Bewegung findet statt, wenn ein Körper seine Lage in Beziehung auf andere Theile des ihn umgebenden Raums wirklich verändert. Das Gegentheil davon ist wahre, absolute Ruhe. Unsere Erde, und alles was darauf ist, ist niemahls in wahrer Ruhe. Es ist aus Gründen, die hier nicht weiter ausgeführt werden können, sehr wahrscheinlich, daß alle Weltkörper in beständiger Bewegung sind, und daß in der ganzen Körperwelt nichts ganz ruhet. — Wenn alle Körper, die uns umgeben,

zu gleicher Zeit nach einerlei Richtung und mit derselben Geschwindigkeit in Bewegung sind, so können wir diese Bewegung nicht wahrnehmen, da sich die Lage der Körper gegen einander nicht ändert. Dieses ist relative Ruhe; z. B. unsere Erde scheint zu ruhen, weil sich alles, was darauf ist, zugleich fortbewegt. Eben dieses ist der Fall bey einem Schiff, in welchem alles während des Fortgehens in relativer Ruhe ist.

Wenn man bey einem bewegten Körper blos auf den Weg siehet, den er zurückgeleget, so kommt es nicht auf seine Masse an, sondern man kann ihn als einen einzigen Punkt ansehen, der sich in einer Linie fortbewegt. Die Lage dieser Linie gegen den übrigen Raum, oder gegen andere Körper, heißt die Richtung der Bewegung. Der Körper wird immer diejenige Richtung nehmen, nach welcher die bewegende Kraft auf ihn wirkt. Wenn sich diese Richtung nicht ändert, so wirkt nur eine Kraft auf den Körper, und die Bewegung geht in einer geraden Linie fort. Aendert sich aber seine anfängliche Richtung, so ist der Grund davon in noch einer andern auf ihn wirkenden Kraft zu suchen. Die Bewegung verwandelt sich alsdann in eine krummlinichte, in welcher sich die Richtung jeden Augenblick ändert. Wenn man sich z. B.

denkt,

denkt, daß die Richtung (Fig. 1) zuerst von a nach b, dann von b nach c, ferner von c nach d u. s. w. fortginge, und die Punkte a, b, c, d ꝛc. lagen so nahe beysammen, daß die geraden Linien ab, bc, cd ꝛc. unendlich klein würden, so könnte man sich den ganzen Weg, welchen der bewegte Körper durchlauft, als eine krumme Linie vorstellen, die aus unendlich vielen kleinen geraden Linien zusammengesetzt wäre.

Wir machen uns von der Geschwindigkeit eines bewegten Körpers einen Begriff, wenn wir den Raum, welchen er zurücklegt, mit der Zeit, welche er dazu braucht, vergleichen. Dieser Begriff der Geschwindigkeit ist relativ. Man kann von einem Körper allein, ohne Rücksicht auf andere nicht sagen, ob er sich langsam oder geschwind bewege. Aber im Verhältniß gegen einen andern sich bewegenden Körper läßt sich bestimmen, welcher in derselben Zeit mehr Raum durchlaufen hat, und also geschwinder ist. Beyspiele von sehr großer Geschwindigkeit geben die Planeten, welche in ihrem Lauf um die Sonne in wenigen Secunden viele Meilen zurücklegen. (Unsere Erde durchlauft in einer Minute einen Raum von 250 Meilen, Merkur sogar 400 Meilen). Noch geschwinder bewegt sich das Licht, welches von der Sonne bis auf die Erde einen

Weg von 20 Millionen deutschen Meilen in 8 Minuten zurücklegt.

Die Geschwindigkeit heißt gleichförmig, wenn sich der Körper in gleichen Zeiten durch gleich große Räume bewegt — im gegenseitigen Falle ungleichförmig. Ein Beyspiel von der erstern ist die Bewegung des Zeigers an einer Uhr — von der zweiten die Bewegung eines von einem Thurm herabfallenden Steins. Die ungleichförmige Bewegung geschieht entweder in beschleunigter oder verminderter Geschwindigkeit. Eine gleichförmig beschleunigte oder verminderte Bewegung findet statt, wenn die Zunahme und Abnahme der Geschwindigkeit regelmäsig nach einem gewissen Gesetze geschiehet. Wir werden bey der Betrachtung der Schwere von beiden Fällen Beyspiele haben. Die Geschwindigkeit eines in die Höhe geworfenen Körpers nimmt regelmäsig ab, und wenn er wieder sinkt, so nimmt sie regelmäsig zu.

Gesetze der Geschwindigkeit:

1) Zwei Körper, die in gleicher Zeit gleich vielen Raum durchlaufen, haben gleiche Geschwindigkeit.

2) Wenn sie in gleichen Zeiten verschiedene Räume durchlaufen, so verhalten sich ihre Geschwindigkeit wie die zurückgelegten Räume. Z. B.

da

da der Minutenzeiger einer Uhr in einer Stunde einen zwölfmal größern Raum zurückgelegt hat, als der Stundenzeiger, so ist er auch 12mal so geschwind gelaufen, als der letztere.

3) Wenn sie in verschiedenen Zeiten gleiche Räume zurücklegen, so verhalten sich ihre Geschwindigkeiten verkehrt wie die Zeiten. Z. B. den 12ten Theil des Umfangs von dem Uhrblatt durchlauft der Minutenzeiger in 5 Minuten Zeit; der Stundenzeiger braucht zu demselben Raum eine Stunde oder 60 Minuten Zeit. Daher verhalten sich die Geschwindigkeiten des erstern und letztern wie 60 zu 5 oder wie 12 zu 1.

4) Wenn Räume und Zeiten zweier gleichförmig bewegten Körper verschieden sind, so verhalten sich ihre Geschwindigkeiten wie die Quotienten der durch die Zeiten dividirten Räume. Dieses Gesetz fließt aus den beiden vorhergehenden. Die beiden Körper mögen A und B heisen. Wir wollen ihre verschiedene Zeiten durch die Buchstaben T und t, ihre Räume durch S und s, und ihre Geschwindigkeiten durch V und v ausdrükken. Nun sey noch ein dritter Körper C vorhanden, der mit dem ersten A gleichen Raum, und mit dem andern B gleiche Zeit braucht. Dessen Geschwindigkeit heiße g. Also

A läuft

A läuft in T durch S mit der Geschwindigkeit V

B — — t — s — — — — — v

C — — t — S — — — — — g

Nun verhalten sich bey A und C bey gleichen Räumen die Geschwindigkeit verkehrt wie die Zeiten

$$V : g = t : T$$

Ferner bey C und B bey gleichen Zeiten die Geschwindigkeiten wie die Räume

$$g : v = S : s$$

Aus der Zusammensetzung dieser beiden Portionen, durch Multiplication aller Glieder entsteht

$$gV : gv = tS : Ts$$

Wenn man die beiden ersten Glieder mit g, und die beiden letzten mit tT dividirt, so entsteht die neue Proportion

$$V : v = \frac{S}{T} : \frac{s}{t}$$

dieses heißt: die Geschwindigkeiten verhalten sich bey A und B wie die Quotienten der durch die Zeiten dividirten Räume, oder wie Brüche, deren Zähler die Räume, und die Nenner die Zeiten sind.

Wenn z. B. A in 4 Stunden Zeit einen Weg von 3 Meilen, und B in 6 Stunden einen Weg von 4 Meilen zurücklegt, so verhal-

ten

ten sich ihre Geschwindigkeiten wie $\frac{3}{4}$ zu $\frac{4}{6}$ oder $\frac{9}{12} : \frac{8}{12}$ oder 9 : 8.

Da man annehmen kann, daß das Licht in 8 Minuten Zeit einen Weg von 20 Millionen Meilen durchlauft (wie dieses gefunden wurde, wird in der Folge gezeigt werden): so fragt sich, wie vielmal geschwinder die Bewegung desselben als die einer Kanonenkugel sey, welche in 4 Secunden 4000 Fuß durchlauft. Man bringe Raum und Zeit auf gleiche Benennung. Wenn man annimmt, daß 24000 Fuß auf eine Meile gehen, so ist der erste Raum 480000000000 dieses durch 8 Minuten, das ist durch 480 Secunden dividirt, giebt 1000000000. Ferner 4000 durch 4 dividirt giebt 1000. Also verhält sich die Geschwindigkeit des Lichts zu der einer Kanonenkugel wie 1000 Millionen zu 1000, oder wie 1 Million zu 1.

Die Gewalt, welche ein bewegter Körper auf einen andern ausübt, richtet sich nicht blos nach seiner Geschwindigkeit, sondern auch nach der Größe seiner Masse. Man nennt dieses die Größe der Bewegung. Wenn eine Kugel von Holz und eine eben so große aber 10mal schwerer von Metall von gleicher Höhe herabfallen, so wird die Wirkung der letzten 10mal so stark als wie die der erstern seyn. — Oder

wenn

wenn eine Kugel, die ½ Pfund schwer ist auf der Erde in gleicher Geschwindigkeit mit einer 24pfündigen Kugel hinrollt, so wird die Wirkung der letztern 48mal so stark seyn. Daher die großen Zerstöhrungen der Kanonenkugeln, wenn sie nach dem Falle noch eine Zeit lang auf der Erde hin und her rollen. Dieses giebt das erste Gesetz

1) bey gleicher Geschwindigkeit zweier Körper verhalten sich die Größen der Bewegung derselben wie ihre Massen oder ihre Gewichte.

Wenn aber zwei gleich große eiserne Kugeln an einen Körper stoßen, so wird die Wirkung nach ihrer Geschwindigkeit sehr verschieden seyn. Eine mit der Hand geworfene Kugel hat lange die Wirkung nicht, als eine aus einem Gewehr abgeschossene. Daraus wird auch die abnehmende Wirkung eines bewegten Körpers begreiflich, der durch Friction und andere Ursachen an seiner Geschwindigkeit verlohren hat. Also folgt:

2) bey gleich großen Massen verhalten sich die Größen der Bewegung wie die Geschwindigkeiten der Körper.

3) Wenn aber Massen und Geschwindigkeiten verschieden sind, so verhalten sich die Größen der Bewegung wie die Produkte aus

den

den Massen in die Geschwindigkeiten. Es seyen die Massen zweier Körper A und B ausgedrückt durch M und m, ihre Geschwindigkeiten durch V und v, und die Größe der Bewegung durch G und g. Ein dritter Körper C habe mit B gleiche Masse, und mit A gleiche Geschwindigkeit. Die Größe seiner Bewegung sey Z. Nun folgt aus dem vorigen

G : z = M : m

z : g = V : v

Also GZ : gz = MV : mv

oder G ; g = MV : mv

Es wiege der erste Körper 12 Pfund, der andere 10. Der erstere laufe dreimal so geschwind, wie der andere, so verhält sich die Größe der Bewegung wie 3. 12 = 10, oder 36 : 10 oder 18 : 5.

Wenn ein bewegter Körper in seiner Bewegung zum Theil oder ganz durch einen andern ruhenden oder auch bewegten Körper gehindert wird, so entsteht ein Stoß. Man muß dabey nicht blos auf die Größe der Bewegung, sondern auch auf andere Eigenschaften der Körper sehen, nämlich ob sie vollkommen hart, oder elastisch oder weich sind. Es giebt zwar keine vollkommen harte Körper, alle haben mehr oder weniger Elasticität: aber wir können uns

doch

doch dergleichen denken, und darnach die Gesetze des Stoßes harter und elastischer Körper festsetzen. Uebrigens wird es hier genug seyn, wenn wir blos von den letztern reden, da diese zur Erklärung der meisten Erscheinungen hinreichend sind.

Wir haben schon oben, gesehen, daß die Theile elastischer Körper beym Stoße zusammengedrückt und plötzlich wieder in die vorige Form ausgedehnt werden. Dieses verursacht mancherlei Erscheinungen, welche bey dem Stoße vollkommen harter Körper nicht statt finden. Wir wollen uns zuerst zwei Billardkugeln von gleicher Größe und Masse denken.

1) Wenn diese mit gleicher Geschwindigkeit nach entgegengesetzten Richtungen gegen einander stoßen, so werden sie mit derselben Geschwindigkeit beide zurückprallen. Denn jede erhält von der andern denselben Stoß. Da die Geschwindigkeit vor dem Stoß gleich war, so muß sie auch nach demselben gleich bleiben.

2) Stoßen sie mit verschiedener Geschwindigkeit auf einander, so laufen sie mit verwechselten Geschwindigkeiten zurück. Wenn der Körper a noch einmal so geschwind gegen b läuft, als dieser gegen jenen, so wird die Wirkung des Stoßes von a auch noch einmal so groß als die

Wirkung des Stoßes von b seyn. Bey dem Stoße verliert der eine Körper so viel von seiner Kraft, als er einem andern mittheilt; das ist, Wirkung und Gegenwirkung sind einander gleich. Es ist gleichsam ein Uebergang der Kraft aus dem einen in den andern Körper.

3) Stößt die eine Kugel auf eine andere ruhende, aber doch bewegliche, so theilt die erstere der letztern ihre ganze Geschwindigkeit mit; sie selbst bleibt nun ruhig liegen, und die andere lauft mit der Geschwindigkeit der erstern fort.

4) Wenn eine Kugel mit größerer Geschwindigkeit einer sich langsamer bewegenden nach derselben Richtung nachlauft, so wird sie die letztere einholen, und ihr ihre Geschwindigkeit mittheilen. Eben so erhält die erstere durch den Stoß die Geschwindigkeit der letztern. Sie werden nun nach einerlei Gegend mit verwechselter Geschwindigkeit fortlaufen, die zuerst geschwind lief, nun langsam, und umgekehrt.

Wir wollen nun annehmen, daß die beiden Körper an Masse verschieden seyn.

1) Stoßen sie mit gleicher Geschwindigkeit auf einander, so wird sich die Größe der Bewegung wie die Massen verhalten. Daher wird sich die Geschwindigkeit der zurückprallenden Kugeln nach dem Stoße verkehrt wie ihre Massen

verhal:

verhalten. Gesetzt eine Kugel von 1 Pfund lief gegen eine andere von 3 Pfund (beide gleich geschwind) so wird die schwerere einen dreifach geringern Stoß erhalten, als die leichtere, und daher auch dreimal langsamer zurücklaufen, als die letztere.

2) Sind bey entgegengesetzter Bewegung ausser den Massen auch die Geschwindigkeiten verschieden, so werden sich die Geschwindigkeiten der zurücklaufenden Kugeln verkehrt wie die Größen der Bewegung vor dem Stoße verhalten, z. B. eine Kugel von 2 Pfund laufe 3mal so geschwind, als eine von 1 Pfund, so ist die Größe der Bewegung 6mal so groß, als die der andern. Die erstere wird daher nach dem Stoße 6mal langsamer zurücklaufen, als die andere. — Ein besonderer Fall hievon ist, wenn die Massen sich verkehrt, wie die Geschwindigkeiten verhalten. Alsdann ist die Größe der Bewegung bey beiden vor dem Stoße gleich. Daher wird auch jede mit derjenigen Geschwindigkeit zurückprallen, die sie vor dem Stoß hatte.

Auf ähnliche Art lassen sich die Gesetze finden, nach welchen sich die Geschwindigkeit in den Fällen richtet, wenn ein Körper auf einen andern von verschiedener Masse, [welcher entwe-

der

der langsamer nach derselben Richtung vorlauft, oder gar ruhet] stößt.

Wenn man eine Kugel auf eine Reihe von Kugeln anstoßen läßt, so wird die letzte in demselben Augenblick mit derselben Geschwindigkeit fortrollen, mit welcher die erste angestoßen hatte. Die ganze Reihe der übrigen wird unbeweglich liegen bleiben. Die Wirkung des Stoßes hat sich in einem Augenblick durch die ganze Reihe fortgepflanzt.

Noch ist hier zu bemerken, daß wenn ein elastischer Körper gegen einen feststehenden anstößt, er mit derselben Geschwindigkeit davon zurückprallt. Ist die Richtung senkrecht auf die widerstehende Masse, so wird der anstoßende Körper in derselben senkrechten Linie wieder zurückfahren. Ist die Richtung schief, so wird der Körper unter demselben Winkel auf der andern Seite zurückfahren, unter welchem er angestoßen hatte. Die Ursache davon wird sich bald deutlich machen lassen.

Der oben angeführte Satz, daß bey dem Stoße oder Zug, den ein Körper gegen einen andern ausübt, Wirkung und Gegenwirkung, (oder bewegende Kraft, und Widerstand des andern Körpers, welcher bewegt werden soll) allezeit gleich groß sind, verdient noch durch einige

Beyspiele erläutert zu werden. — Wenn man mit der Hand oder dem Fuß gegen einen Stein schlägt oder stößt, so wird man eben die Empfindung haben, als wenn der Stein sich mit derselben Gewalt gegen die Hand bewegte. — Ein Hammer oder Beil treibt sich eben so gut auf seinen Stiehl, wenn man an das Ende desselben schlägt, als wenn man auf das Eisen schlägt. — Die Wirkung des einen Körpers auf den andern ist der Gegenwirkung gleich. — Eine Kugel von Wachs wird platt, man mag sie gegen die Wand werfen, oder mit eben der Gewalt auf sie schlagen. — Wenn ein Mensch nur eine Last von 100 Pfund heben kann, so wird er nicht seine ganze Kraft, sondern nur die Hälfte derselben, nöthig haben, um 50 Pfund zu heben. Aber bey dem Bestreben, eine Last von mehr als 100 Pfund zu heben, wird seine ganze Kraft durch den Widerstand vernichtet, ohne daß eine Bewegung erfolgt. — Ein Haar, welches an dem einen Ende bevestigt ist, und frei in der Luft herabhängt, kann mit einem Stock nicht zerschlagen werden, weil es wegen seiner wenigen Masse nur geringen Widerstand, leistet, und daher die Wirkung des Schlags auf dasselbe auch nur gering ist. Ist es aber an beiden Enden bevestigt, so wird es mehr widerstehen

stehen können, und daher bey einem kleinen Schlag zerreißen.

Auch ist zu bemerken, daß bey dem Stoße die Mittheilung der Bewegung nicht plötzlich, sondern nach und nach geschieht, welches seinen Grund in der allgemeinen Trägheit der Materie hat. — Eine offen stehende Stubenthüre läßt sich mit geringer Kraft, welche nicht zu geschwind wirkt, bewegen. Schieset man aber eine Flintenkugel dagegen, so wird diese ein Loch durchschlagen, ohne daß sich die Thür bewegt. Ehe sich noch die Bewegung den übrigen Theilen der Thür mittheilen konnte, zerrissen schon die Fasern des Holzes an dem Ort, wo die Kugel anschlug. — Eine tönerne Pfeife, welche in zwei Haarschlingen hängt, zerbricht, wenn man auf die Mitte schlägt, ohne daß die Haare zerreißen. — Ein Stück Geld, welches über die Oefnung einer Flasche auf ein Kartenblatt gelegt wird, fährt nicht fort, wenn das Blatt weggeschlagen wird, sondern fällt in die Flasche. — Wenn man gegen den Rand eines Tellers schlägt, auf welchen Sand gestreuet ist, so wird derselbe sich in einer dem Stoß entgegengesetzten Richtung bewegen. — Wenn man das eine Ende eines Haars in einiger Höhe über dem Boden (etwa 10 — 15 Fuß hoch) be-

vestigt, an das andere Ende einen Zwirnsfaden, und an dessen anderes Ende einen Stein, und diesen von der genannten Höhe herabfallen läßt, so wird der ausgespannte Faden eher zerreißen, als das vom Gewicht des Steins weiter entfernte Haar.

Eine Bewegung heißt einfach, wenn sie nur von einer Kraft bewirkt wird, zusammengesetzt, wenn mehrere Kräfte nach verschiedenen Richtungen auf den Körper wirken. (Wenn zwei Kräfte nach einer und derselben Richtung wirken, so ist die Bewegung doch nur einfach. Die Wirkung wird aber größer seyn, da sie als das Resultat von 2 Ursachen, die zusammenstimmen, anzusehen ist. So wird ein Schiff desto geschwinder gehen, wenn es den Strohm abwärts lauft, und zugleich von Pferden gezogen wird).

Wenn 2 Kräfte gleich stark in entgegengesetzter Richtung wirken, so wird sich der Körper gar nicht bewegen, weil eine Ursache die andere aufhebt. — Sind aber die Kräfte verschieden, so wird sich der Körper nach der Richtung der größern Kraft bewegen. Da aber ein Theil der größern Kraft von der kleinern entgegengesetzten aufgehoben wird, so wird die Bewegung des Körpers als von einer solchen Kraft

bewirkt

bewirkt anzusehen seyn, die dem Unterschiede der beiden gleich ist. Gesetzt ein Körper werde mit einer Kraft von 30 Pfund gegen Morgen, und mit einer andern von 20 Pfund gegen Abend gezogen, so wird er sich mit einer Kraft von 10 Pfund gegen Morgen bewegen.

Zwei nicht entgegengesetzte Kräfte, die aber doch in verschiedener Richtung wirken, sind conspirirende. Die Linien ihrer Richtung schließen einen Winkel ein. Der gestoßene oder gezogene Körper wird sich weder nach der einen noch der andern dieser Linien bewegen, sondern nach einer dritten, die zwischen diesen beiden liegt. Man kann dieses an einer Billardkugel bemerken, die von zwei solchen Kräften zugleich gestoßen wird; sie wird eine mittlere Richtung annehmen.

Um dieses zu erläutern, will ich mich des von Büsch (in seiner Mechanik, Seite 31) gebrauchten Beyspiels bedienen. Ein Lineal (Fig. 2) A B werde mit einer gewissen Geschwindigkeit in paralleler Richtung nach V C geschoben. Zugleich laufe eine Fliege auf dem Lineal von A nach B hin. Wenn diese nach 1 gekommen ist, so ist das Lineal bis 1 fortgeschoben, und die Fliege befindet sich in dem Punkte a. Eben so wird sie nach und nach

in

in die Punkte b, c, d kommen, wenn sie durch ihre eigene Bewegung auf dem Lineal nach 2, 3, 4, fortlauft, und zu gleicher Zeit das Lineal nach II, III, IV fortgeschoben wird. Am Ende beider Bewegungen wird sie sich in C befinden, und sich also in der Diagonallinie A C des Parallelogramms A B C V fortbewegt haben. Die Richtung dieser mittlern Bewegung wird von dem Winkel B A V, den die beiden Richtungslinien der Kräfte A B und A V einschließen, und von der Größe dieser Kräfte bestimmt.

Wenn man daher in solchen Fällen die Größe der Kräfte durch die Länge zweier Linien ausdrückt, und diese Linien unter dem Winkel zusammensetzt, den die Richtungen der Kräfte gegeneinander formiren, so läßt sich daraus ein Parallelogramm construiren, dessen Diagonallinie nicht nur die Richtung des bewegten Körpers anzeigt, sondern durch deren Länge gegen die Länge der beiden Seitenlinien man auch das Verhältniß der zusammengesetzten Bewegung gegen jene Kräfte finden kann. Gesetzt die beiden Kräfte, die nach A V und A B wirken, verhielten sich wie 3 zu 4, und schlössen einen rechten Winkel ein, so würde (nach dem Pythagoräischen Lehrsatze) sich die mittlere Bewegung

dazu

dazu wie 5 verhalten; oder mit andern Worten, wenn der Körper A, von einer der beiden Kräfte allein gestoßen, in einer Secunde nur 3, und von der andern allein angetrieben nur 4 Fuß fortliefe, so würde er, wenn die beiden Kräfte zugleich auf ihn wirken, in einer Secunde 5 Fuß zurücklegen, weil bey gleichen Zeiten die Räume sich wie die Geschwindigkeiten verhalten.

Man nennt dieses das Parallelogramm der Kräfte. Aus seiner Betrachtung folgt, daß je spitzer oder stumpfer der Winkel ist, den die Richtungslinie der einzelnen Kräfte einschliessen, desto länger oder kürzer die Diagonale oder der Weg, welchen der Körper zurücklegt, werden müsse.

Um diesen Satz zu erläutern gebraucht man auch die Eberhardische Diagonalmaschine. Auf einem Tisch (Fig. 3) schiebt man eine hölzerne Rolle fort, um die ein Faden mit einem Gewicht gewunden ist. So wie der Faden abgewunden wird, sinkt das Gewicht immer tiefer, und beschreibt die Diagonallinie a b. Die beiden wirkenden Kräfte sind der Zug des Gewichts senkrecht nach der Erde vermöge seiner Schwere, und das Fortschieben der Rolle in horizontaler Richtung über den Tisch hin.

Noch

Noch mehrere Beyspiele. Ein Kahn, welcher durch ein Segel oder Ruder queer über einem Fluß getrieben, und zugleich von der Gewalt des Strohms abwärts gezogen wird, lauft in einer Diagonale zwischen diesen beiden Richtungen in schiefer Direktion nach dem andern Ufer. — Eben so bewegt sich ein Mensch in einer Diagonallinie, wenn er queer über das Verdeck eines fortlaufenden Schiffs geht. — Wer aus einem nahe am Ufer gehenden Kahn nach einem gewissen Punkt am Ufer springt, wird diesen nicht erreichen, sondern weiter abwärts kommen, weil sein Körper eine zusammengesetzte Bewegung erhält. — Wenn ein Mensch aus einem fortlaufenden Wagen springt, und die Richtung des Sprungs senkrecht auf der des bewegten Wagens steht, so wird er in schiefer Richtung herauskommen, und daher leicht unter das Rad fallen, wenn sein Sprung nicht mit großer Anstrengung geschieht. — Wenn man oben von dem Maste eines Schiffs einen Stein fallen läßt, so wird derselbe dennoch an das untere Ende des Mastes fallen, ob gleich das Schiff während dieses Fallens fortgesegelt ist. Denn der Stein, und alles was auf dem Schiffe ist, hat dieselbe Bewegung angenommen, wie das Schiff. Daher erhält der Stein wenn er

fällt

fällt eine zusammengesetzte Bewegung, die eine senkrecht nach der Erde durch die Kraft der Schwere, die andere, welche er schon hatte, ist in paralleler Richtung mit dem Lauf des Schiffes. Er fällt also eigentlich in eine Diagonale zwischen diesen beiden Richtungen, und muß daher eben so gut an das untere Ende des Mastes fallen, als wenn er auf einem stillstehenden Schiffe fiele. — Daher wird auch ein Stein, der von einem Thurm herabgeworfen wird, an den Fuß desselben fallen, weil er die Geschwindigkeit der Bewegung der Erde angenommen hat. Die Erde kann nicht während seines Falles unter ihm fortgehen, sondern er geht mit derselben, und fällt also in einer Diagonallinie. — Hieraus ist auch zu erklären, warum ein Reiter, der während daß sein Pferd fortlauft, herabspringt, sogleich wieder auf dasselbe springen kann — oder warum er einen in die Höhe geworfenen Ball eben so gut fangen kann, als wenn er auf der Erde stünde. Denn der Ball hat die Geschwindigkeit des Pferdes angenommen, und wird, wenn er in die Höhe geworfen wird, von zwei Kräften getrieben. Er wird daher in schiefer Richtung fortfahren, und auch während des Fallens durch zwei Kräfte getrieben da wieder herunter kommen, wohin einst-

weilen

weilen das Pferd durch seine einfache Bewegung gekommen ist.

Wenn ein Körper von mehr als zwei Kräften angetrieben wird, so läßt sich nach dem vorigen dennoch seine Richtung finden. Man suche zuerst die Diagonale, welche in dem Parallelogramm zweier Kräfte liegt. Dann construire man aus dieser Diagonale und der Richtungslinie der dritten Kraft ein neues Parallelogramm, und suche daraus die neue Diagonale u. s. w. Gesetzt (Fig. 4) ein Schiff werde durch den Zug des Strohms von a nach c getrieben, und durch den Stoß des Windes in die Segel von a nach b, so wird es die Direktion von a nach d nehmen. Wenn zu gleicher Zeit ein Mensch auf dem Verdeck in der Richtung von a nach e geht, so wird er sich wirklich nach der Richtung a f bewegen.

So wie man die mittlere Richtung aus der Richtung der beiden Seitenkräfte findet, so kann man auch umgekehrt jede einfache Bewegung sich als aus zwei Seitenkräften zusammengesetzt denken. Denn jede gerade Linie kann als die Diagonale eines Parallelogramms angesehen werden, dessen Seitenlinien die einfachen Kräfte vorstellen. Wenn z. B. ein Körper in einer schiefen Richtung auf einen andern wirkt, so

thut

thut er dieses nur mit einem Theil seiner Kraft. Wir wollen setzen (Fig. 5) ein elastischer Körper fahre von c in der schiefen Richtung cd gegen die Wand ab, so läßt sich diese Bewegung als von zwei Kräften bewirkt denken, wovon die eine eine senkrechte Richtung auf die Wand von c nach a, und die andere eine mit der Wand parallele Richtung von c nach f genommen hätte. Schlägt der Körper in d an, so wird er wieder von zwei Kräften getrieben. Von dem ersten Stoße wird er von d nach b längs der Wand hingetrieben. Zugleich bekommt er durch das Zurückprallen einen Stoß von d nach f. Also wird er wirklich in der Diagonale de (des Parallelogramms d f e g) zurückfahren. Dieses ist der Grund, warum bey der Reflexion elastischer Körper die Winkel der beiden Richtungslinien cd und de, in welchen der Körper hinfährt und zurückprallt, mit der Wand a b gleich sind.

Schon oben ist bemerkt worden, daß ein Körper, welcher sich in einer krummen Linie bewegt, von mehr als einer Kraft getrieben wird, weil eine einzige Kraft einen Körper nur nach einer geraden Linie bewegen kann. Bey der Betrachtung der Schwere wird sich bald zeigen, warum geworfene Körper in krummen Linien

fahren,

fahren, indem sie durch die einwirkende Schwerkraft jeden Augenblick von der Richtung, die ihnen die andere Kraft gab, abgelenkt worden.

Wenn ein Körper b durch eine Schnur b a (Fig. 6) an dem Punkte a festgehalten, und nun herumgeschwungen wird, so wird er sich in der krummen Linie b d f h k bewegen. Die eine Kraft treibt ihn nach b c fort, die andere zieht ihn nach b a hin, welche Linie auf b c senkrecht steht. Eben dieses geschieht in jedem folgenden Augenblick. Daher nimmt der Körper immerfort eine mittlere Richtung zwischen b c und b a, d e und d a, f g und f a, h i und h a u. s. w. — Diese beide Kräfte werden die Centralkräfte genennt. Der Mittelpunkt derselben liegt in a: die eine Kraft, welche den Körper nach a hintreibt, heißt Centripetalkraft, die andere, welche ihn nach den Linien b c, d e, f g ꝛc. von dem Mittelpunkte zu entfernen sucht, heißt Centrifugalkraft oder Schwungkraft. Wenn sich der Körper während des Schwungs von der Schnur ablöset, so wird er sich in einer auf b a senkrechten Linie immer weiter fortbewegen, und sich von dem Mittelpunkte der Centralbewegung entfernen. — Von dieser krummlinichten zusammen-

mengesetzten Bewegung werden in der Folge mehrere Anwendungen vorkommen.

Von der Schwere.

Wenn man einen Körper in der Hand hält, so empfindet man von demselben einen Druck gegen die Erde hin. Wenn man ihn nicht mehr unterstützt, so fällt er wirklich auf die Erde. Man nennt dieses Bestreben der Körper, sich senkrecht nach der Erde zu bewegen, ihre Schwere, und wir müssen diese als eine allgemeine Eigenschaft der Körper ansehen. Selbst die Luft umgiebt deswegen die Erde, weil sie schwer ist. Daher ist der Theil des Luftkreises, welcher nahe an der Oberfläche derselben ist, dichter, als die Luft auf hohen Bergen. Einige sehr leichte Körper, wie z. B. Rauch, Dünste, Stäubchen ziehen sich zwar auf eine Strecke in die Höhe, und scheinen keine Schwere zu haben. Es ist aber nicht so; sondern weil sie leichter sind als Luft, so werden sie von derselben eben so, wie Holz vom Wasser, getragen. Sie werden sich nur so weit entfernen, bis die Luft so dünne wird, daß sie von ihr nicht mehr getragen werden können. Wenn sie in einem luftleeren Raume wären, so würden sie eben so schnell, wie andere Körper herabsinken. Man

hat

hat darüber Versuche mit der Luftpumpe (einem Werkzeug, welches in der Folge weiter beschrieben werden soll) angestellt. Wenn man den Raum unter einer gläsernen Glocke luftleer macht, und darin ein Stück Metall und eine Feder zugleich herabfallen läßt, so sinken sie mit gleicher Geschwindigkeit auf den Boden herab. Ein Beweiß daß das langsamere Sinken einer Feder in der Luft blos von dem Widerstand derselben herkommt.

Die Linie, in welcher ein Körper nach der Erde fällt, ist die Richtung der Schwere, diese ist immer senkrecht auf die Oberfläche der Erde, oder vielmehr auf eine Ebene, welche durch den Punkt der Oberfläche der Erdkugel gelegt wird, in dem die Richtung der Schwere sie berührt. Man nennt diese die Horizontalebene, und jede gerade Linie in derselben eine horizontale oder wagerechte Linie. Eine Fläche, welche durch die lothrechte Richtung der Schwere gelegt wird, heißt eine vertikale auch lothrechte Ebene (weil ein herabhängender Faden mit einem Gewicht ein Loth genennt wird). Diese steht also auf der horizontalen Ebene senkrecht. — Obgleich die Erde ein kugelförmiger Körper ist, so kann doch ein kleines Stück ihrer Oberfläche (oder eines

auf

auf ihr stehenden Wassers) als eine Horizontal-ebene angesehen werden. Daher werden auch die Richtungen der Schwere von Körpern, die nicht weit von einander entfernt sind, als unter sich parallel angesehen. Im strengsten Sinne ist dieses zwar nicht der Fall, sondern die Direktionslinien fallender Körper sind etwas gegeneinander geneigt, weil sie alle nach dem Mittelpunkt der Erdkugel hingehen. Aber wegen der Größe der Erde ist obige Annahme verstattet.

Wenn man sagt, daß alle Körper nach dem Mittelpunkte der Erde hinfallen, so stellt man sich dieselbe als eine vollkommene Kugel vor. Da sie aber etwas von dieser Gestalt abweicht, und an den Polen ein wenig eingedrückt ist, so werden nur die Direktionen der Schwere von solchen Körpern nach dem Mittelpunkte der Erde gehen, welche unter dem Pol oder unter dem Aequator fallen: die von andern Körpern werden sich nicht genau in demselben Punkte vereinigen. Da aber die Abweichung der Erde von der Kugelgestalt nur gering ist, so kann obiger Satz dennoch ohne beträchtlichen Irrthum als gültig angesehen werden.

Wir müssen die Ausdrücke Schwere und Gewicht wohl unterscheiden. Wenn man sagt, daß alle Körper gleiche Schwere haben, so heißt

dieses

dieses nicht so viel, daß sie auch gleich viel wiegen müssen. Sie neigen sich zwar, wenn keine Hindernisse in den Weg kommen, mit gleicher Geschwindigkeit nach der Erde hin, sie mögen groß oder klein seyn, viel oder wenig Masse haben: aber die Größe des Drucks, den sie sowohl im ruhenden Zustande auf ihre Unterlage, als auch im Falle auf die Erde ausüben, ist sehr verschieden. Dieser Druck hängt von der Größe der Masse ab, oder von dem Gewicht, das der Körper hat. Je dichter einer von zwei gleich großen Körpern gegen den andern ist, desto mehr wiegt er, und umgekehrt. Man nennt dieses jeder Materie eigenthümliche Gewicht (in Vergleichung gegen das Gewicht anderer Materien von gleicher Größe auch die specifische oder eigenthümliche Schwere der Körper, und unterscheidet sie von dem absoluten Gewicht, das jeder Körper für sich betrachtet hat. Um diese specifische Schwere verschiedener Körper gegen einander zu bestimmen, müssen gleich große Stücke abgewogen werden: denn bey gleich großen Körpern von verschiedener Art verhält sich die specifische Schwere, wie ihre Gewichte. — Gewöhnlich vergleicht man das Gewicht eines Cubikzolles von reinem Wasser gegen die Gewichte von eben so großen Stük-

ken von andern Körpern, und findet so, daß Gold etwa 19mal specifisch schwerer als Wasser ist, daß die meisten Holzarten specifisch leichter sind, als dasselbe u. s. w. — Von der Methode, wie man die eigenthümliche Schwere der verschiedenen Körper am leichtesten finden kann, wird in einem der folgenden Abschnitte die Rede seyn. — Die allgemeine Schwere, von welcher hier die Rede ist, wollen wir künftighin schlechthin Schwere nennen.

Daß Körper von verschiedener Masse, die durch nichts gehindert werden, gleich geschwind auf die Erde fallen müssen, ist daraus offenbar, weil die Kraft, durch welche sie nach der Erde hingeneigt werden, (ob dieses ein Stoß, oder ein Zug, oder sonst etwas sey, wollen wir hier noch unentschieden lassen), in allen Theilen der Materie gleich wirksam ist. Man lasse z. B. eine Menge von kleinen gleich großen bleiernen Kugeln von derselben Höhe zu gleicher Zeit fallen. Sie werden alle in denselben Augenblick die Erde berühren. Schmelzt man sie darauf in eine Masse zusammen, so wird die Kraft der Schwere noch eben so in jedem einzelnen Theile der Masse wirken, wie vorher. Dadurch daß die Kügelchen jetzo zusammenhängen wird die in sie wirkende Kraft nicht größer als vorher, da

sie noch nicht zusammenhiengen. Jedes fällt in Verbindung mit andern mit derselben Geschwindigkeit, als es vorher isolirt fiel. Der ganze Klumpen Blei wird daher mit derselben Geschwindigkeit fallen, als jedes einzelne Stückchen desselben.

Ueber die Ursache der Schwere sind mancherlei Hypothesen aufgestellt worden. Einige behaupten, daß die Körper nicht durch einen Zug, sondern durch einen Druck oder Stoß nach der Erde hingetrieben würden. Daß die Ursache dieses Drucks nicht in der Luft liegen könne, ist für sich klar, da die Körper im luftleeren Raume eben so gut und öfters noch ungestöhrter fallen, als in dem von Luft erfüllten. Manche nahmen daher eine feine schwermachende Materie an, die sich von allen Seiten her wirbelförmig nach der Erde hin bewegte, und die Körper mit sich fortrisse. Es ist dieses aber eine unhaltbare Voraussetzung, da nicht nur nahe an der Erde diese Erscheinung von Annäherung der Körper statt findet, sondern auch bey sehr entfernten Weltkörpern. Es wird daher zum Behuf der Erklärung aller hieher gehörigen Erscheinungen von den Naturforschern fast allgemein angenommen, daß alle Materie eine Kraft besitze, sich wechselseitig anzuziehen. Also fallen alle Kör-

per

per nach der Erde hin, weil sie von der so ausserordentlich vielmal größern Masse der Erde angezogen werden.

Wir haben schon oben mehrere Beyspiele von dieser Anziehungskraft der Materie angeführt, z. B. daß zwei Platten von Glas oder Marmor, welche aufeinander liegen, mit einiger Gewalt von einander getrennt werden müssen. Ein an einem langen Faden hängendes Gewicht wird, wenn man sich einem beträchtlichen Berge nähert, etwas angezogen, so daß die Neigung des Fadens nicht mehr völlig senkrecht nach der Erde hingeht. Ich übergehe manche andere Erfahrungen, die zu Bestätigung dieser allgemeinen Anziehungskraft dienen könnten, und führe nur an, daß auch die Ursache von der Ebbe und Fluth, von dem kreisähnlichen Laufe des Mondes um die Erde, der Erde und anderer Planeten um die Sonne, in der allgemeinen Gravitation (oder wechselseitigen Anziehung) zu suchen sey, welches in der Folge weiter auseinander gesetzt werden soll.

Da man in dem Mittelpunkte der Erde die ganze Anziehungskraft ihrer Masse als vereinigt sich denken kann, so folgt daraus, daß die Richtung aller fallenden Körper nach dem Mittelpunkt der Erde gehen müsse. Alle diese Körper, welche zunächst um die Erde sind, haben gegen die

Masse derselben eine unendlich kleine Masse, und daher ist auch der Zug, womit sie die Erde anziehen unendlich klein gegen den Zug der Erde. Die Erde fällt nicht gegen sie, sondern sie gegen die Erde.

Die Stärke dieser Anziehung nimmt in dem Verhältniß ab, als das Quadrat der Entfernungen zunimmt. Ein Körper, welcher doppelt oder dreifach so weit von dem Centrum der Erde entfernt ist, als ein anderer, wird 4mal oder 9mal weniger angezogen als der letztere. Um eben so vielmal wird auch die Geschwindigkeit im Anfange des Falles geringer seyn. Gesetzt es kämen Körper, die gegen die Erde sehr klein sind, durch irgend eine Kraft ihr so nahe, daß sie von ihr stärker angezogen würden, als von andern Weltkörpern, so würden sie sich ihr immer mehr nähern, und endlich auf ihrer Oberfläche niederfallen. — Stellte man sich vor, es sey eine Oefnung durch den ganzen Erdkörper gebrochen, die durch den Mittelpunkt gienge, so würde ein Körper, den man in diesem Schacht herabliese, in dem Mittelpunkt der Erde ruhig schweben, weil er von allen Seiten gleich stark angezogen würde. — Endlich ist aus dieser Anziehung der Erde zu erklären, warum ein Mensch, er mag auf einem Punkt der Oberfläche dieser

ser Kugel stehen, wo er wolle, immer die Sterne über sich und die Erde unter sich hat. Jedem scheint sein Standpunkt auf der Erdkugel der höchste zu seyn.

Die Bewegung eines fallenden Körpers ist nicht gleichförmig, sondern beschleunigt: er legt in den folgenden Zeittheilen nicht stets einen gleich großen Raum zurück, sondern dieser wird mit jeder Secunde größer. Doch ist die Vermehrung der Geschwindigkeit regelmäsig. Wenn ein Körper (Fig. 7) in der ersten Secunde von a bis b fällt, so fällt er in der 2ten durch einen 3mal so großen Raum von b bis c, in der 3ten Secunde durch einen 5mal so großen Raum von c bis d, in der 4ten Secunde durch einen 7mal so großen Raum von d bis e u. s. w. Zur Linken der Linie stehen die Zahlen, welche die Räume des Falles anzeigen, zur Rechten die Zahlen der Zeiten, in welchen der Fall geschiehet. Man hat gefunden, daß der Raum a b in der 1sten Secunde ohngefähr 15 Fuß beträgt, also in der 2ten dreimal 15, in der 3ten fünfmal 15 Fuß u. s. w. Wenn daher der Raum in der ersten Secunde als Einheit angenommen wird, so zeigt die Ordnung der ungeraden Zahlen die in den folgenden Secunden zurückgelegten Räume. — Die Räume, welche

der

der Körper vom Anfang des Falles durchlaufen hat, verhalten sich, wie die Quadrate der Zeiten. In den zwei ersten Sec. fällt er von a bis c, welches 4mal so lang ist, als a b, in den 3 ersten Sec. von a bis d, welches 9mal so lang ist ꝛc.

Sind also die Zeiten

in Secunden 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,

so sind die durchlaufenen Räume 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49.

welche letztere Zahlen mit 15 multiplicirt werden müssen, wenn man die Höhe des Falls in Füssen wissen will, wie folgende Tafel zeigt.

Zeit	Höhe des Falls in jeder Sec.	Höhe des Falls vom Anfang
1 Sec.	15 Fuß	15 Fuß
2 —	45 —	60 —
3 —	75 —	135 —
4 —	105 —	240 —
5 —	135 —	375 —
6 —	165 —	540 —
7 —	195 —	735 —
8 —	225 —	960 —
9 —	255 —	1215 —
10 —	285 —	1500 —
11 —	315 —	1815 —
12 —	345 —	2160 —

Die

Die Ursache von dieser beschleunigten Bewegung liegt darin, weil die Schwere sich immer in gleicher Stärke äussert, der Körper mag ruhen oder bewegt seyn. Die Anziehungskraft wirkt daher auf den fallenden Körper immer fort, in jedem folgenden Zeittheilchen so stark, wie im vorhergehenden. Da nun der Körper durch den Fall schon eine gewisse Geschwindigkeit erlangt hat, und durch den Stoß der Schwerkraft in jedem Augenblick eine neue Geschwindigkeit hinzukommt, so muß diese während des ganzen Falles gleichförmig beschleunigt werden.

Man hat dieses Gesetz der Schwere beym Falle der Körper sowohl durch Versuche, als durch Rechnung gefunden. Die ersten Versuche stellte Galilei an. Bey gerade herabfallenden Körpern konnten die Beobachtungen nur mit vieler Schwierigkeit angestellt werden, weil die Geschwindigkeit derselben bald sehr groß wird. Weit besser läßt sich das Gesetz der Beschleunigung bey dem Fall eines Körpers längs einer schiefen Ebene finden, weil die Bewegung viel langsamer und der Widerstand der Luft geringer ist. Auch hier nahm man die Fallhöhe in der 1sten Sec. als Einheit an, und fand, daß sie in den folgenden Secunden wie die ungeraden Zahlen 3, 5, 7, 9 u. s. w. wachsen.

Die

Die Bewegung an einer schiefen Ebene herab ist deswegen viel langsamer, weil der Körper durch dieselbe zum Theil unterstützt ist, und daher nicht mehr seine ganze, oder absolute Schwere (welche nicht mit dem eben genannten absoluten Gewicht verwechselt werden darf), sondern nur noch einen Theil derselben hat. Diese kann man seine relative Schwere nennen. Wenn eine Kugel (Fig. 8) auf der schiefen Ebene A B herabrollt, so geht die Richtung ihrer absoluten Schwere eigentlich nach a c. Diese Kraft läßt sich in zwei Seitenkräfte zerlegen (wenn a c als die Diagonale eines Parallelogramms a b c d angesehen wird). Ein Theil derselben wird durch die Linie a d angedeutet, welche auf der schiefen Ebene senkrecht steht; der andere durch die Linie a b, welche mit der Ebene parallel lauft. Der erstere Theil der Schwere geht ganz verlohren, weil die schiefe Ebene widersteht (oder die Länge von a d gegen a c bestimmt den Theil der Schwere, der durch die schiefe Ebene getragen wird, so daß er auf das Herabrollen der Kugel keinen Einfluß mehr hat). Also bestimmt nur a b die Größe der relativen Schwere, mit der die Kugel herabrollen kann. Je kleiner a b gegen a c ist, desto kleiner ist die relative Schwere gegen

Die

die absolute, d. i. desto langsamer sinkt der Körper. Nun ist a c : a b = A B : A C, wie sich aus der Aehnlichkeit der Triangel a b c und A B C leicht erweisen läßt. Also verhält sich die absolute Schwere der Kugel zu ihrer relativen, wie die Länge der schiefen Ebene A B, zu ihrer Höhe A C. Also wird sich auch die Fallhöhe der Kugel in der ersten Secunde, zu der freien Fallhöhe erhalten, wie A C zu A B. Je weniger die Ebene geneigt ist, desto langsamer wird die Kugel rollen, aber doch in einer nach eben dem Gesetze zunehmenden Geschwindigkeit, wie bey dem freien Falle. Wenn z. B. A B funfzehnmal länger ist, als A C, so wird die Kugel in der ersten Sec. nur 1 Fuß herabsinken, in der zweyten 3 Fuß, in der dritten 5 Fuß u. s. w. — Dieses zeigt, warum sich die zunehmende Geschwindigkeit des Falles an einer schiefen Ebene viel besser beobachten läßt, als bey frei fallenden Körpern.

Will man dieses Gesetz arithmetisch darthun, so muß man jede Secunde in sehr viele kleine Theile theilen. Wir wollen hier Tausendtheilchen annehmen. Um der Kürze willen mögen diese T heißen. Der Raum, welchen der Körper im ersten T fällt heiße R. Am Ende des ersten R würde der Körper, wenn auch die

Schwere

Schwere nicht mehr auf ihn wirkte doch in jedem folgenden T ein R zurücklegen (weil nach dem oben erklärten Gesetz der Trägheit, ein bewegter Körper, wofern ihn nichts aufhält, stets in seiner Bewegung verharret). Ausserdem wirkt auch die Schwere im 2ten T auf ihn, daß er ein R zurücklegt. Also ist der Raum im 2ten T zwei R. — Im 3ten T durchlauft er wegen der erhaltenen Geschwindigkeit 2 R und wegen der immer gleich fortwirkenden Schwere noch ein R, also 3 R. Dieses geht immer so fort.

Um nun die Summe aller R in der ersten Secunde zu finden, muß man eine arithmetische Progression von den tausend ersten Zahlen summiren. Das erste Glied ist 1, das letzte 1000. Die halbe Zahl der Glieder 500. Also die Summe aller R = 500 . 1001 = 500500. — Die Summe aller R in der zweiten Secunde findet man durch Summirung der Reihe, deren erstes Glied 1001, und das letzte 2000 ist. Also 500 . 3001 = 1500500. — Auf gleiche Art findet man in der dritten, vierten Secunde die Summen 2500500, 3500500 u. s. w. Diese Zahlen verhalten sich beynahe wie 1, 3, 5, 7. . . . . Wenn man jede Secunde statt in tausend Theile, in Million oder gar Billion Theile zerlegt, so trifft dieses noch weit genauer zu.

Nimmt

Nimmt man unendlich viele Theile an, so findet man die Reihe 1, 3, 5, 7. . . . vollkommen, (welches zu erklären hier zu weitläuftig seyn würde).

Aus der Zeit des Falles eines Körpers läßt sich der ganze zurückgelegte Raum finden, wenn man das Quadrat der Zeit mit 15 multiplicirt. (Eigentlich fällt der Körper in der ersten Secunde 15,0957 pariser Fuß, oder 15625 Rheinländische. Wenn es auf keine große Genauigkeit ankommt, so kann man als runde Zahl 15 annehmen). Gesetzt ein Körper sey von einem Thurm 6 Secunden gefallen, so ist die Höhe des Thurms = 36 . 15 oder 540 Fuß. — Ein Körper fällt in einer Minute (wenn man nicht auf den Widerstand der Luft sieht) 60 . 60 . 15 = 54000 Fuß, mehr als 2 deutsche Meilen.

Die Zeiten verhalten sich wie die Quadratwurzeln aus den Räumen, die mit 15 dividirt sind. Hier ists bequemer 15,625 statt 15 zu nehmen, weil sich daraus die Wurzel 125 genau ziehen läßt. Gesetzt die Höhe sey 1000 Fuß, so ist die Zeitwurzel aus 1000 : 15,625 oder 1000000 : 15625. Diese Wurzel ist 1000 : 125 welches die Zahl 8 als die Zeit in Secunden giebt.

Noch

Noch eine Aufgabe: Wie weit fällt der Körper in der fünften Secunde? Antwort, 9. 15 = 135 Fuß.

Da die Größe der Bewegung oder die Gewalt der Körper mit ihrer Geschwindigkeit wächst, so siehet man leicht, warum hoch herabfallende Körper weit mehr Gewalt haben, als weniger hoch herabfallende. Ein Stein, der einige Zolle hoch über dem Kopf herabsinkt, wird keinen Schaden thun: wenn er aber 50 Fuß herunterfällt, so wird er einen Menschen erschlagen können. Dieses ist die Ursache, warum ein Rammkloz auf eine beträchtliche Höhe gezogen werden muß, warum Bomben, die Gebäude zerschmettern sollen, sehr hoch steigen müssen u. dgl.

Wenn ein Körper durch eine Flüssigkeit fällt, so verwandelt sich seine Bewegung nach und nach in eine gleichförmige, weil die Flüssigkeit widersteht, und zwar desto eher, je dichter sie ist (Wasser mehr als Luft, Oel mehr als Wasser), je kleiner der fallende Körper ist (weil er alsdann desto weniger widerstehende Masse wegtreiben kann) und je geschwinder der Fall ist (weil bey größerer Wirkung auch eine größere Gegenwirkung statt findet). Daher kommt es, daß auch in unserm Luftkreise bey ziemlich hohem

Falle das Gesetz des Falles keine genaue Anwendung mehr findet.

Wenn ein Körper in vertikaler Richtung in die Höhe geworfen wird, so fährt er mit einer Geschwindigkeit, die in eben dem Verhältnisse abnimmt, nach welchem sie bey fallenden Körpern zunimmt. Denn die Schwere wirkt in jedem Augenblick auf ihn, und entzieht ihm etwas von seiner Geschwindigkeit. Er steigt in eben der Zeit senkrecht in die Höhe, in welcher er von dieser Höhe herabfallen würde. Das Steigen dauert in immer kleinerer Geschwindigkeit so lange fort, bis die Wirkung der Kraft, welche den Körper in die Höhe trieb, von der herabziehenden Schwerkraft ganz vernichtet ist. Alsdann hat er seine höchste Höhe erreicht, und sinkt wieder, anfangs langsam, nachher immer geschwinder. Daß die Bewegung des Körpers im Steigen und Fallen in den obern Bogen seiner Bahn weit langsamer ist, als vorher und nachher, kann man bey dem Steigen einer Bombe bey Nacht sehr gut bemerken. — Ein vollkommen senkrecht geworfener Körper würde im luftleeren Raume auf seine vorige Stelle herabfallen. Aber Versuche mit Kugeln, die man aus senkrecht gerichtetem Geschütz in die Höhe geschossen hat, haben gelehrt, daß dieselbe nicht

in

in einer geraden Linie, sondern in einem Bogen gefahren, und also auch nicht wieder an die Stelle gefallen sind, von welcher sie aufgeflogen waren. Die Ursache liegt theils am Widerstand der Luft, theils an der nicht vollkommen zu erreichenden Genauigkeit in Richtung des Geschüzzes und anderer dahin gehörigen Erfordernissen.

Ein Körper welcher parallel mit der Erde von a nach e (Fig. 9) geworfen wird, wird zugleich von der Erde angezogen, und erhält eine zusammengesetzte Bewegung. Wenn er von der ersten Kraft allein getrieben würde, so würde er in gleichen Zeiten gleiche Räume ab, bc, cd durchlaufen. Da er aber zugleich durch die Schwere in beschleunigter Bewegung sinkt, so wird er von der horizontalen Richtung a e abgelenkt werden. Wenn a m einen Raum von 15 Fuß, m n einen 3fach, n o einen 5fach größern ꝛc. bedeutet, so wird der Körper am Ende der ersten Secunde in 1, am Ende der zweiten in 2, am Ende der dritten in 3 seyn. Diese Punkte liegen in einer krummen Linie, welche eine Parabel in der höhern Geometrie heißt. Hierin verhalten sich die Linien a m, a n, a o wie die Quadrate der Linien a b, a c, a d, (oder die Quadrate der Linien m1, n2, o3 u. s. w.)

Von

Von a bis r ist nur eine halbe Parabel, die der sinkende Körper beschreibt. Die andere Hälfte von s bis a beschreibt der von s aufsteigende Körper, der unter einen gewissen Winkel gegen den Horizont geworfen wird. Die Berechnung der Höhe und Weite dieser Linie s a r findet bey dem Werfen der Bomben, und anderer Körper seine Anwendung, wobey aber der Widerstand der Luft einige Anwendungen verursacht.

Wenn man ein Gewicht an einem Faden oder Drath aufhängt, (Fig. 10) so hat man ein Pendel. Es bewegt sich um c, den festen Punkt, woran es hängt. Wenn das Gewicht a auf der einen Seite in die Höhe gehoben wird, so wird es von der Schwerkraft getrieben, auf den niedrigsten Punkt b zu fallen. Durch diesen Fall hat es so viel Geschwindigkeit erlangt, daß es auf der andern Seite bis nach d schwingen kann. Der Bogen bd, durch welchen es steigt, wird dem Bogen a b, durch welchen es gefallen ist, gleich seyn. — Die Bewegung durch den ganzen Bogen a d heißt eine Schwingung. — Der Widerstand der Luft und die Reibung am Schwingungspunkt c werden verursachen, daß die Schwingun-

gun-

gungen immer kleiner werden, und endlich ganz aufhören. Aber im luftleerem Raume wird die Schwungbewegung sehr lange dauern, wenn die Reibung so viel als möglich vermindert wird (z. B. dadurch, daß man die Pendelstange mit ihrer Oefnung bey C auf einem spitzigen Zapfen laufen läßt).

Die Schwingungen eines Pendels, dessen Länge unverändert bleibt, geschehen im luftleeren Raume immer in gleichen Zeiten, die Bogen der Schwingung mögen groß oder klein seyn. Auch kommt auf die Größe des Gewichts nichts an. Aber in der Luft wird der Widerstand derselben hierin einige Aenderung machen, wenn die Bogen nicht sehr klein sind. Dieser Satz, daß die kleinen Schwingungen der Pendele von gleicher Länge (wenn auch die Gewichte verschieden sind) in gleich großen Zeiten geschehen, findet seine Anwendung bey Uhren, deren gleichförmiger Gang durch Pendelschwingungen erhalten werden kann. Man macht das Gewicht linsenförmig und ziemlich schwer, damit es desto weniger von der Luft gehindert wird. Um die Länge der Pendelstange immer gleich zu erhalten, auch bey sehr verschiedener Ausdehnung durch mehr oder weniger Wärme, hat man verschie-

dene Vorrichtungen ausgedacht, die aber nicht hieher gehören.

Ein längeres Pendel braucht mehr Zeit zu einer Schwingung, als ein kürzeres. Pendel von ungleichen Längen verrichten ihre Schwingungen in Zeiten, welche sich verhalten wie die Quadratwurzeln aus den Längen. Wenn z. B. das eine 36 Zoll, das andere 9 Zoll lang ist, so wird eine Schwingung des ersten zu einer des andern sich verhalten wie 6 zu 3, oder wie 2 zu 1, es wird noch einmal so viele Zeit zu einer Schwingung brauchen, wie das kürzere. Umgekehrt wird das kürzere Pendel in einer Minute noch einmal so viele Schwingungen machen, als das längere, d. i. die Zahl der Schwingungen in einer gegebenen Zeit wird sich verkehrt verhalten, wie die Quadratwurzeln aus den Längen (hier wie 1 zu 2). — Anderes Beyspiel. Wenn ein Pendel von 36 Zoll in einer Minute 60 Schwingungen macht, so macht eins von 100 Zoll nur 36. Denn die Quadratwurzeln sind 6 und 10. Es ist aber

$$10 : 6 = 60 : 36$$

Da die Ursache von der Pendelbewegung in der Anziehungskraft der Erde zu suchen ist, so wird sich das Pendel geschwinder oder langsamer bewegen, je näher oder weniger nah es

dem Mittelpunkte der Erde ist. Denn die Schwere nimmt in dem Verhältniß ab, als das Quadrat der Entfernung vom Centrum der Erdkugel zunimmt. Daher ist die Zahl der Pendelschwingungen während einer bestimmten Zeit geringer auf einem hohen Berge, als an dem Fuße desselben. Der Naturforscher Condamine fand, daß ein Pendel in 24 Stunden auf dem Berg Pichincha in Südamerika 98720 Schwingungen machte, bey der Stadt Quito 98740, und an den Ufern des Amazonenflusses 98770. — Andere Beobachtungen lehrten, daß ein Pendel in der Gegend vom Pol geschwinder schwingt, als in der Gegend des Aequators, und zwar desto langsamer, je mehr man sich demselben nähert. Dieses war eine von den Ursachen, woraus man schloß, daß die Gestalt der Erde nicht völlig kugelförmig, sondern in der Gegend der Pole etwas eingedrückt seyn müßte. Denn auf diese Art läßt sich der geschwindere Gang des Pendels nicht weit vom Pol erklären, weil man dort näher am Mittelpunkt der Erde ist, als unter dem Aequator. Eine andere Ursache davon liegt in der größern Schwungkraft in der Mitte der Erdkugel, wodurch die Wirkungen der Schwerkraft vermindert werden. (Von andern Gründen, aus welchen diese Gestalt der

Erde

Erde dargethan wird, wird im Abschnitt von der physischen Geographie mehr geredet werden).

Ein Pendel, dessen Schwingungen gerade eine Secunde dauern, wird ein Secundenpendel genennt. Aus dem so eben angeführten Grunde kann es nicht an allen Orten der Erde gleiche Länge haben. In unsern Gegenden ist es, wie man aus Versuchen gefunden hat nach altem französischen Maase 3 Fuß und 8,6 Linien lang, welches ohngefähr 3 Fuß 2 Zoll nach Rheinländischem Maase macht. Man kann ein solches Pendel zu kleinen Zeitbestimmungen sehr gut gebrauchen. Ein Beyspiel werden wir unten bey der Lehre vom Schalle finden. Da dieser 1040 Pariser Fuß in einer Secunde durchlauft, so kann man vermittelst eines genauen Secundenpendels (das man sich durch ein Gewicht, welches an einem Faden von angegebener Länge angehängt ist, leicht verschaffen kann) die Entfernung eines Orts bestimmen. Gesetzt man zählte von dem Augenblicke, da man das Feuer eines losgebrennten Geschützes siehet, bis zu dem Augenblicke, wo man den Schall hört, 6 Schwingungen des Secundenpendels, so wäre die Entfernung des Geschützes = 6 . 1040 = 6240 Pariser Fuß.

Zweiter Abschnitt.

Vom Gleichgewichte fester Körper.

In jedem Körper ist ein Punkt, in welchem man sich die ganze Schwere des Körpers vereinigt denken kann. So lange dieser unterstützt ist, kann der Körper nicht sinken, oder umfallen. Man nennt ihn den Schwerpunkt. Eine durch denselben gelegte Fläche theilt den Körper in zwei Theile von gleichem Gewicht, aber nicht immer von gleicher Größe. Der Mittelpunkt der körperlichen Figur liegt so, daß eine dadurch gelegte Ebene den Raum des Körpers in zwei gleich große Räume theilt. Nur in regelmäßigen Körpern, z. B. Kugeln, Würfeln, von einerlei Materie ist der Schwerpunkt mit dem Mittelpunkt der Figur einerlei: oder bey solchen Körpern, die überall gleiche Dicke und Breite haben, wie z. B. solchen, welche die Gestalt

Gestalt der Cirkel, Quadrate, gleichseitigen Tri-angel ꝛc. haben. Aber bey andern Körpern, die entweder eine unregelmäsige Gestalt haben, oder worin die Masse nicht gleichförmig vertheilt ist, oder auf der einen Seite specifisch leichtere Ma-terie ist, als auf der andern, wird der Schwer-punkt nicht in den Mittelpunkt der Figur fallen; z. B. wenn man in den einen Theil eines hoh-len hölzernen Cylinders Blei giesset.

Durch Veränderung der Figur ändert sich auch der Schwerpunkt, wenn auch die Materie und das Volumen gleich bleiben. (Der Grund hiervon wird unten bey der Lehre vom Hebel deutlich werden). Wenn z. B. ein Mensch ei-nen Arm oder Fuß ausstreckt, oder ein fliegen-der Vogel seinen Kopf vorwärts biegt, so än-dert sich der Schwerpunkt.

Eine vertikale Linie durch den Schwerpunkt eines Körpers nach dem Mittelpunkte der Erde hin, heißt die Direktionslinie der Schwere. Fällt diese innerhalb der Basis des Körpers, so ist der Schwerpunkt unterstützt, und da man sich in demselben die Schwere des ganzen Kör-pers vereinigt denken muß, so ist der Körper dadurch unterstützt, oder er ruhet. Sobald aber die Direktionslinie ausserhalb der Basis kommt, so muß der Körper sinken oder umfallen. —

Man

Man kann die Unterstützung des Schwerpunkts unterhalb oder oberhalb desselben anbringen. Im erstern Falle steht er, im letztern ist er aufgehängt. Wenn ein hängender Körper bewegt wird, so daß die Linie des Fadens, Drathes ꝛc. woran er hängt, aus der Direktionslinie der Schwere gebracht wird, so wird der Körper so lange Pendelschwingungen machen, bis beide Linien wieder zusammenfallen, wodurch der Körper wieder in Ruhe kommt.

Oefters kann man den Schwerpunkt durch Versuche finden, wenn man den Körper auf einer scharfen Unterlage so lange hin und her schiebt, bis er ruhet. Wenn man dieses mit einem gleich dicken und breiten Brett thut, worauf ein Mensch ausgestreckt liegt, so kann man den gemeinschaftlichen Schwerpunkt des Brettes und des Menschen finden. Dadurch läßt sich der Ort desselben im menschlichen Körper ohngefähr dahin bestimmen, wo die falschen und wahren Rippen zusammengrenzen. — Bey Körpern, welche man aufhängen kann, findet man den Schwerpunkt da, wo sich die Direktionslinien der Fäden, mit welchen er an verschiedenen Punkten seiner Oberfläche aufgehängt wird, durchschneiden, weil jede durch diesen Punkt gehet. — Bey einem Ring, hohlen Kessel,

Schiff

Schiff u. dgl. liegt der Schwerpunkt nicht in den festen Theilen, sondern innerhalb des hohlen Raums. Um einen solchen Körper vor dem Fallen zu sichern, muß er wenigstens in drei um seinen Schwerpunkt liegenden Punkten unterstützt seyn.

Wenn die Basis sehr schmal ist, z. B. wenn ein Körper auf einer scharfen Unterlage liegt; wenn sich ein Mensch auf den vordern Theil des einen Fußes stellt; wenn ein Ring nur in zwei Punkten unterstützt ist, die in einer Linie durch den Schwerpunkt, zu beiden Seiten desselben, liegen; wenn das eine Ende des Fadens, woran der Körper hängt, an einem Punkte desselben bevestigt ist, der unterhalb des Schwerpunktes liegt (obgleich in derselben lothrechten Linie) u. dgl.: so wird der Körper bey der geringsten Bewegung das Gleichgewicht verlieren, und umfallen. Eben daher wird eine Kugel nur auf einer horizontalen Fläche festliegen; wird die Ebene ein wenig geneigt, so wird die Kugel fortrollen, weil die Direktionslinie ausser der schmalen Basis fällt, die hier nur ein Punkt ist.

Um Körpern einen festen Stand zu geben, muß man ihre Basis vergrößern, oder den Schwerpunkt tiefer herunter zu bringen suchen,

damit die Direktionslinie der Schwere nicht so leicht aus der Basis kommt. Daher werden Schiffe mit Ballast beschwert — in das Magazin eines Wagens werden die schwersten Effekten gepackt — der Wagen darf nicht so hoch gebaut seyn, daß er leicht umschlagen kann — Körper die eine schmale und breite Seite haben, werden auf die letztere gestellt — Gläser mit einem breiten Stand, der etwas schwer ist, fallen nicht so leicht um, als hohe u. dgl.

Aus dieser Lehre vom Schwerpunkte lassen sich noch manche andere Folgen ziehen, und manche Erscheinungen erklären. Ein Mensch, der von einem Stuhl aufstehen will, muß seinen Körper vorwärts biegen, um die Direktionslinie seines Schwerpunkts zwischen die Füße zu bringen, damit sie unterstützt ist. — Ein Mensch, der eine Last auf dem Rücken trägt, biegt seinen Körper so lange vorwärts, bis der gemeinschaftliche Schwerpunkt der Last und seines Körpers gehörig unterstützt ist. Wenn er die Last vor seinem Körper trägt, so muß er denselben rückwärts biegen. — Das Gehen kann man als ein beständiges Fallen ansehen, denn indem der eine Fuß aufgehoben wird, muß der Körper auf die andere Seite gebeugt werden, damit der Schwerpunkt über den stehenden Fuß komme.

Hier-

Hierauf wird er wieder auf die gegenseitige Art gebeugt, und der Körper fällt vorwärts, worauf der aufgehobene Fuß wieder aufgesetzt, und der andere nachgehohlt wird. — Vierfüßige Thiere stehen fester als zweifüßige, weil ihre Basis größer ist. — Alle Bewegung der gehenden, laufenden, fliegenden Thiere beruht auf gehöriger Unterstützung des Schwerpunkts. Vögel fliegen leichter, wenn derselbe zwischen den Flügeln, als wenn er in dem hintern Theil des Leibes liegt. — Schiefe Thürme, wie die zu Bologna und Pisa fallen nicht um, weil die Direktionslinie der Schwere noch innerhalb der Basis fällt. — Ein Teller wird auf einer Degenspitze lange im Gleichgewichte erhalten werden, wenn man ihn schnell herumbewegt. Denn alsdann wird der nahe am Unterstützungspunkte liegende Schwerpunkt einen kleinen Kreiß um den erstern beschreiben. Indem er auf der einen Seite herabfallen will, ist er schon auf die andere gelangt. So lange die schnelle Bewegung fortdauert, kann man die Fläche dieses kleinen Kreises, in dessen Centro die Degenspitze steht, als die Basis der Direktionslinie der Schwere ansehen. So bald die Bewegung langsamer geht, muß der Körper fallen. Eben dieses ist der Fall bey Kreuseln, welche so lange ohne zu

fallen

fallen auf der Spitze herumlaufen, als sie sich sehr geschwind bewegen.

Wenn Seiltänzer sich auf der schmalen Fläche des Seils bewegen wollen, so müssen sie sich geübt haben, die Direktionslinie ihres Schwerpunkts stets über dem Seile zu erhalten. Da aber der Schwerpunkt ihres Körpers ziemlich weit über der schmalen Basis liegt, worauf sie stehen, so müssen sie sich beständig bald auf diese bald auf jene Seite beugen. Auch nehmen sie wohl eine schwere Stange horizontal in die Hände, um durch schnelles Verschieben derselben bald zur Rechten bald zur Linken den gemeinschaftlichen Schwerpunkt ihres Körpers und der Stange stets über der Mitte des Seils zu erhalten. — Hiernach lassen sich auch die Bewegungen der sogenannten englischen Reuter, die auf schnell laufenden Pferden stehen — ferner der Balanceurs, die lange schwere Körper auf der Spitze des Fingers im Gleichgewicht erhalten u. dgl. erklären. — Die chinesischen Queckfilberpuppen fallen um und richten sich von selbst wieder auf, je nachdem das Queckfilber in der innern Höhlung bald auf diese bald auf jene Seite lauft, und so den Schwerpunkt verändert. — Man kann die Kapsel des Kompasses (oder Laternen) auf Schiffen so stellen, daß sie

immer

immer in horizontaler Lage bleiben, das Schiff mag sich noch so sehr hin und her bewegen, wenn man sie in einem Gehäuse so aufhängt, daß der Schwerpunkt immer leicht herabsinken kann. Es sey (Fig. 11) A B die Kapsel des Kompasses, deren Schwerpunkt tief unten in der Gegend von B ist. Sie hängt vermittelst zweier Zapfen (wovon der eine C sichtbar ist), in einem Ring, so daß sie sich frei darin bewegen kann. Der Ring hängt durch zwei andere Zapfen E und D in einem unterwärts gehenden Halbkreise, dessen Fuß F auf dem Boden bevestigt ist. — Zwei hölzerne Kegel, die mit ihren Grundflächen aneinander bevestigt sind, und an deren Peripherie ein Theil beschwert ist, werden an einer schiefen Fläche hinauf zu laufen scheinen, obgleich die Bewegung ein wirkliches Fallen ist. Wenn man nämlich diesen Doppelkegel zwischen zwei schiefe Flächen legt, die gegen einander geneigt sind, so wird er diese Fläche hinauf zu steigen scheinen, weil innerhalb des Zwischenraums dieser Flächen sein Schwerpunkt tiefer herabfällt. — Wenn ein Mensch mit dem Rükken an einer Wand steht, so daß die Ferse dieselbe berühren, so kann er ohne ein Knie zu beugen die Erde nicht mit der Hand berühren. Denn er würde vorwärts fallen, da der Schwer-

punkt

punkt nicht mehr unterstützt ist. — Kleine Kinder, welche noch keine Uebung in den mancherlei Bewegungen haben, die zur Unterstützung des Schwerpunkts nöthig sind, fallen weit öfter, als erwachsene Leute. — Es ist ein großer Fehler, wenn ein bildender Künstler Figuren von Menschen und Thieren, oder auch von leblosen Sachen den Gesetzen der Schwere zuwider darstellt, und ihnen Stellungen giebt, in welcher sie nothwendig fallen müßten, wenn sie sich wirklich darin befänden. — Es verdient auch bemerkt zu werden, daß eine Menge Handwerker, Gewerbe und Künste ohne richtige Einsicht der Lehre vom Schwerpunkt nicht bestehen können, wovon uns die Baukunst, lenken der Schiffe, beladen und lenken der Lastwagen, Reitkunst, Tanzkunst u. a. m. Beyspiele geben.

Ich berühre noch eine hieher gehörige Erfahrung, die sich aus der Theorie vom Schwerpunkte erklären läßt. Ein gleich dicker langer Körper (z. B. ein Balken) welcher auf einer horizontalen Fläche liegt, und an dem einen Ende seitwärts gezogen wird, dreht sich um seine Mitte, wo der Schwerpunkt liegt. Alle Theile wenden sich um diesen Punkt, weil da die Schwere vereinigt ist. Auch ein Stab, welchen man durch die Luft wirft, wird sich um seinen

mittlern

mittlern Theil, wo der Schwerpunkt liegt, bewegen, so wie eine Kugel um ihren Mittelpunkt, wo auch ihr Schwerpunkt ist, sich bewegt, wenn sie an einer schiefen Fläche herabrollt.

Wenn zwei Körper, oder überhaupt zwei Kräfte einander aufheben, das ist, wenn sie sich durch gegenseitigen Druck in Ruhe halten, so entstehet ein Gleichgewicht.

Eine gerade unbiegsame Linie a b (Fig. 12), welche irgendwo unterstützt ist, und an welcher zwei Kräfte gegenseitig wirken, sie um den Unterstützungspunkt zu drehen, heißt ein geradliniger Hebel. Bey c ist der Ruhepunkt, welcher entweder durch eine Unterlage, oder durch eine Schnur, Kette ꝛc. woran er hängt, unterstützt ist. Um diesen Punkt kann sich der Hebel drehen, wenn die beiden auf ihn wirkenden Kräfte m und n nicht im Gleichgewichte sind. Man kann das Gewicht der Stange a b anfangs aus der Acht lassen, und sich dieselbe blos als eine nicht schwere Linie denken. Dieses nennt man einen mathematischen Hebel. Wird aber ihr eigenes Gewicht in Anschlag gebracht, (die sie als eine Stange von Eisen, Holz ꝛc. hat), so heißt sie ein physischer Hebel.

Ein

Ein doppelarmiger Hebel, oder ein Hebel der ersten Art (Fig. 12) ist ein solcher, woran die beiden Kräfte auf verschiedenen Seiten des Ruhepunkts wirken. — Ein einarmiger oder Hebel der andern Art (Fig. 13), wenn sich die beiden Kräfte auf einer und derselben Seite des Ruhepunkts befinden. Der Endpunkt c ist an diesem Hebel der Ruhepunkt; er selbst kann sich weder aufwärts noch unterwärts bewegen, aber um ihn kann sich der Hebel drehen. Die eine Kraft (oder Last) zieht abwärts, die andere aufwärts. Daher ist sie hier als ein Gewicht vorgestellt, das an einer um eine feststehende Rolle gehenden Schnur hängt, und so den Hebel in die Höhe zu ziehen strebt. (Es könnte aber auch m abwärts und n aufwärts ziehen). Sind m und n im Gleichgewicht, so entstehet keine Bewegung.

Ein Winkelhebel (Fig. 20) entsteht, wenn die beiden Arme einen Winkel bilden, d. i. wenn die beiden Kräfte m und n an den Schenkeln eines Winkels a c b wirken, der seine Unterlage an der Spitze c hat.

Man nennt eine vom Ruhepunkt senkrecht auf die Direktionslinie der Kraft gezogene Linie die Entfernung der Kraft vom Ruhepunkt, (die wir künftig schlechthin Entfer-

nung

nung nennen wollen). So sind in Fig. 12 und 13 die Linien c a und c b die Entfernungen der Kräfte m und n. Beym Winkelhebel Fig. 20 sind die Linien c d und c e die Entfernungen. In Fig. 14, wo die Direktionslinien der Kräfte nicht senkrecht auf den Hebel wirken, sind die Entfernungen der Kräfte c p und c q.

Wenn ein Hebel (Fig. 12) in der Mitte unterstützt ist, und an seinen beiden Enden a und b, also in gleicher Entfernung vom Unterstützungspunkte c, ziehen gleich große Gewichte m und n in senkrechter Richtung, so werden sie im Gleichgewichte erhalten, und es wird keine Bewegung entstehen, weil kein Grund dazu vorhanden ist. (Eben darum wird auch eine kreisförmige Ebene (Fig. 21), die um ihren Mittelpunkt c beweglich ist, sich nicht bewegen, wenn an einer über den Kreis hängenden Schnur auf beiden Seiten gleich große Gewichte m und n hängen. Der Durchmesser a b ist ein doppelarmiger Hebel, der in der Mitte c seinen Ruhepunkt hat).

Der Hauptsatz in der Lehre vom Hebel ist: wenn die Entfernungen ungleich sind, so müssen, wofern Gleichgewicht statt finden soll, die Kräfte sich verkehrt ver-

verhalten, wie ihre Entfernungen. — Wenn z. B. der eine Arm dreimal so lang ist, als der andere, so muß das Gewicht, welches am kürzern Arm wirkt, dreimal so schwer seyn (oder die Kraft muß 3mal so groß seyn) als das Gewicht, welches am längern Arm wirkt, wenn Gleichgewicht entstehen soll.

Der Beweiß wird auf folgende Art geführt. In Fig. 12 sind m und n gleich. Jedes wiege 1 Pfund. Also trägt die Unterlage bey c 2 Pfund. Daher kann man sich auch vorstellen, als sey (Fig. 15) in der Mitte um eine feststehende Rolle ein Gewicht angebracht, welches 2 Pfund schwer ist, und eben so stark aufwärts ziehet, als die einpfündigen Gewichte an beiden Enden des Hebels zusammen.

Läßt man an dem einen Ende bey b das Gewicht m weg, und beveſtigt diesen Endpunkt (etwa mit einem Stift durch ein Loch) so, daß er sich selbst nicht bewegen, aber der Hebel sich umdrehen kann, so wird alles im Gleichgewichte bleiben. Denn der Stift verhindert nur, daß das Ende b sich nicht aufwärts bewegen kann, so wie dieses vorher durch das einpfündige Gewicht m verhindert wurde. Die 2 Pfund, welche in der Mitte aufwärts ziehen, halten dem einen Pfund am Ende a das Gleichgewicht.

Man

Man hat also nun einen einarmigen Hebel (Fig. 13). Da c a = 2 c b, und m = 2 n, so verhält sich c a : c b = m : n. Das ist, die Kräfte verhalten sich im Fall des Gleichgewichts am einarmigen Hebel verkehrt, wie ihre Entfernungen.

Nun verlängere man den Hebel bey c (Fig. 13), so entsteht aus dem einarmigen wieder ein doppelarmiger Hebel (Fig. 16). Die Verlängerung c d sey so groß wie c b, oder b a. An d und b hänge man gleich große Gewichte q und p, so schwer wie m, (in unserm Beyspiel jedes 2 Pfund schwer). Alles bleibt im Gleichgewicht, sowohl m gegen n (wie oben erwiesen worden) als q gegen p, weil sie gleich schwer, und gleich weit von der Unterlage c entfernt sind. Nun ziehen aber m und p gleich stark auf und abwärts, weil sie gleich schwer sind und an demselben Punkt b wirken. Also können m und p wegfallen, ohne daß das Gleichgewicht gestöhrt wird. Nun hat man wieder einen doppelarmigen Hebel (Fig. 17), in welchem c a = 2 cd, und q = 2 n, und alles im Gleichgewichte bleibt. Daher ist c a : c d = q : n, das ist, bey dem doppelarmigen Hebel verhalten sich im Fall des Gleichgewichts die Kräfte verkehrt wie die Entfernungen.

Man wiederhohle die vorige Operation, denke sich bey c (Fig. 17) ein aufwärts ziehendes Gewicht. Dieses wird 3 Pfund zu tragen haben. Den Punkt d bevestige man, und nehme das Gewicht q weg, so hat man wieder einen einarmigen Hebel, worin die Entfernung d a = 3 d c, und das Gewicht bey c = 3n, und alles ist im Gleichgewicht. Also verhält sich wieder die Entfernung des größern Gewichts, zu der des kleinern, wie das kleinere Gewicht zum größern.

Setzt man (Fig. 18) an d ein Stück de = dc, hängt an e und c 3pfündige Gewichte, so halten sich diese auch das Gleichgewicht. Werden nun die beiden gleich großen Gewichte bey c, von denen das eine aufwärts das andere abwärts zieht, weggenommen, so ändert sich das Gleichgewicht nicht, und man hat wieder einen zweiarmigen Hebel, (Fig. 19) worin d a = 3 d e, und z = 3n. Also wird er d a : d e = z : n.

Auf dieselbe Art kann man immer weiter fortschließen. Der Hebel mag noch so lang, mag einarmig oder doppelarmig seyn, die Entfernungen der Gewichte mögen in einem Verhältnisse stehen, wie man wolle, so wird im Falle des Gleichgewichts das umgekehrte Verhältniß der Gewichte statt finden. — Das allgemeine

gemeine Gesetz gilt auch vom Winkelhebel. Denn wenn man (Fig. 21) eine Scheibe durch eine Kraft herumdrehen will, die nach der Richtungslinie d e wirkt, senkrecht auf dc, so muß dieses eben so leicht seyn, als wenn man durch eine gleich große Kraft, die nach der Richtung a m senkrecht auf a c wirkt, die Scheibe drehen wollte. Nun ist d c b ein Winkelhebel, a c b ein geradliniger, also gilt obiges Gesetz so gut für den ersten, als für den lezten.

Auch wenn die Direktionslinie der Kräfte schief auf dem Hebel steht, wird bey dem verkehrten Verhältnisse der Entfernungen und Gewichte Gleichgewicht eintreten. Wenn (Fig. 22) eine Richtung a m schief gienge, so würde die Kraft eben so stark ziehen, als wenn sie den Winkelhebel d c b um c wenden sollte. Daher m : n = c b : c d. Dieses leztere ist die Entfernung der Direktionslinie der Kraft m von Ruhepunkt c. — Je schiefer der Zug ist, oder je spitzer der Winkel der Direktionslinie einer Kraft gegen den Hebelarm desto kleiner wird die Entfernung, also desto größer muß die Kraft seyn, wenn das Gleichgewicht aufgehoben werden und Bewegung erfolgen soll. Die Kräfte müssen in dem Maase wachsen, als die Sinus dieser Winkel abnehmen. Daher kann man z. B.

einen Balken weit leichter herumdrehen, wenn die Direktion des Zugs am Ende senkrecht, als wenn sie schief gegen den Balken gerichtet ist.

Wenn man die Kräfte mit ihren Entfernungen multiplicirt, so heißt man diese Produkte die Momente der Kräfte. Aus obigem Gesetz folgt, daß am Hebel im Falle des Gleichgewichts die Momente gleich seyn müssen. Wenn z. B. ein Gewicht von 4 Pf. um 3 Fuß entfernt ist, so wird das andere von 2 Pfund um 6 Fuß entfernt seyn müssen, wenn Gleichgewicht statt finden soll. Nun verhält sich $4 : 2 = 6 : 3$. Also ist das Moment $4 . 3 =$ dem Momente $2 . 6$. — Die vier Größen bilden immer eine geometrische Progression, worin die größere Entfernung und das kleinere Gewicht stets entweder die beiden äussern oder die beiden mittlern Glieder ausmachen. Eben dieses gilt von der kleinern Entfernung und von dem grössern Gewichte. Da nun die Produkte der äussern und mittlern Glieder stets gleich seyn müssen, so ist erwiesen, daß auch die Momente immer gleich sind, wenn Gleichgewicht da ist.

Ein anderer hieher gehöriger Satz ist, daß wenn das Gleichgewicht aufgehoben werden soll, die eine Kraft um etwas vermehrt werden muß, theils um das Gegengewicht zu übertreffen, theils

um andere Hinderniſſe, beſonders die Reibung (welche weiter unten erwähnt werden ſollen) zu überwinden.

Wenn das Gleichgewicht am Hebel aufgehoben wird, ſo legen beide Kräfte in gleicher Zeit ungleiche Wege, die ſich wie ihre ungleiche Geſchwindigkeiten verhalten, zurück. Dieſe Räume verhalten ſich wie die Entfernungen, alſo auch verkehrt wie die Gewichte. Wenn z. B. (Fig. 14) cp = 4 cq, m = 4 Pfund, n = 1 Pfund, ſo wird, wenn ſich der Hebel dreht, n durch einen viermal ſo großen Raum in derſelben Zeit ſteigen, als derjenige iſt, durch welchen m ſteigt. Denn nach der Gleichheit der Dreiecke iſt c p : p a = c q : q b. Alſo c p : c q = p a : q b. Nun iſt c p : c q = m : n = 4 : 1, alſo p a : q b = m : n = 4 : 1. Der Raum, um welchen n ſteigt, iſt 4mal ſo groß, als der, durch welchen m in derſelben Zeit ſinkt. Um eben ſo vielmal muß alſo auch die Geſchwindigkeit des Körpers n größer ſeyn, als die des Körpers m.

Da der Hebel nie eine mathematiſche Linie, ſondern ein Körper iſt, der ſeine Schwere hat, ſo muß bey Beſtimmung des Gleichgewichts auch darauf Rückſicht genommen, und aus dem Schwerpunkte des Hebelarms und dem des Gewichts,

der

der gemeinschaftliche Schwerpunkt beider, und dessen Entfernung bestimmt werden.

Von den Hebel finden wir in der Natur und in künstlichen Werkzeugen eine Menge Anwendungen. Die Knochen der Menschen und Thiere sind einarmige Hebel, welche durch die Muskeln bewegt werden. Durch Verkürzung des Muskels entstehet ein Zug der mit demselben verbundenen Flechse gegen den Knochen, an welchen sie angewachsen ist. Da aber diese Kraft nahe am Ruhepunkt ist; da ferner die Richtung, nach welcher die Muskeln ziehen, nicht senkrecht, sondern schief auf dem Knochen steht; so folgt aus dem Obigen, daß schon ein starker Zug zur Bewegung einer Last (z. B. Bewegung der Glieder, deren Schwerpunkt von der Unterstützung des Knochens im Gelenke viel weiter entfernt ist, als die Kraft) gehört. — Wenn man mit ausgestrecktem Arm ein Gewicht von 20 Pfund heben will, so gehört dazu eine Muskelkraft, die vielen 100 Pfunden gleich ist. Ein Engländer, Nahmens Thophom, hob, wie man sagt, mit den Zähnen einen 6 Schuh langen Tisch, an dessen anderem Ende eine Last von 50 Pfund lag, wozu eine sehr große Muskelkraft gehörte, da die Entfernungen der Kräfte

von

von dem Unterstützungspunkte durch die Zähne der untern Kinnlade so sehr verschieden waren.

Künstliche Hebel geben die Hebebäume, Hebeladen, Ruder, Scheeren, Heberinge, Schaufeln, Sensen u. dgl. — In einem Schiebkarren, zweirädrigen Wagen ꝛc. wird man die Last desto leichter fortbringen, wenn man sie auf die Axe des Rades bringt. Denn alsdann wird ihr Moment sehr klein, und man hat auf gleichen Wegen nur die Friction zu überwinden. — Je länger die Arme der Scheeren und Zangen sind, dosto mehr kann man damit ausrichten, wie wir Beyspiele haben an den langen starken Scheeren, mit welchen in Fabriken dicke Eisenbleche so leicht wie Papier zerschnitten werden; an Zangen mit langen Armen, mit denen man sehr fest steckende Nägel ausbrechen kann, welches durch ein Gewicht von mehrern tausend Pfund kaum möglich wäre; an Bohrern mit großen Hebelarmen, die mit Leichtigkeit durch das härteste Holz gedrcht werden; an Schlüsseln, die vermittelst eines durch den Ring gesteckten Stocks leicht in einem Schloß herumgedreht werden; an Hölzern, die man auf dem Knie entzweibrechen kann, wenn die Hebelarme lang, und die Kräfte der beiden Hände also weit von dem Unterstützungspunkt angebracht sind. Hier ist der

Zusam-

Zusammenhang der Theile des Holzes die widerstehende Last. — Als einarmiger Hebel wirkt ein an dem einen Ende bevestigtes Messer (wie z. B. bey Strohschneiden, Krautschneiden), welches desto leichter schneidet, je näher die zu schneidende Sache am Unterstützungspunkte liegt. Es sey diese Entfernung = 2 Zoll, die Entfernung der drückenden Hand = 22 Zoll, so kann man einen eilfmal größern Widerstand durch die Kraft der Hand überwinden. — Der Deckel eines Kastens, dessen Unterstützungspunkt in den Angeln liegt, wird leichter aufgehoben, wenn man ihn weit von diesem anfasset. In der Mitte liegt der Schwerpunkt. Ist also dieser Deckel 12 Pfund schwer, so hat man im Anfang 6 Pfund (und etwas weniges mehr) Kraft nöthig, wenn man ihn an einem Ende in senkrechter Richtung aufheben will. Wenn man ihn aber schon zum Theil aufgehoben hat, so gehts immer leichter, weil die Entfernung der Kraft dieselbe bleibt, aber die Entfernung der Last (die senkrechte Linie von den Angeln auf die nach der Erde lothrecht gehende Direktionslinie des Schwerpunkts) immer kleiner wird. — Bey Auf- und Zumachen der Thüren, die sich in horizontaler Richtung bewegen, findet dieses nicht statt, weil die Entfernungen der Kraft und

Last

Last immer im Verhältniß wie 2 zu 1 beiben. — Auch Ruder sind einarmige Hebel, von dem widerstehenden Wasser an dem einen Ende unterstützt. An dem andern Ende wirkt die Kraft der Hand, und die Last ist das Schiff, welches fortgetrieben werden soll. — Sehr kräftige zweiarmige Hebel geben die Bäume, welche zur Herumdrehung der Keltern, Pressen, Schraubwerke, [zum Heben der Gebäude], Erdwinden u. dgl. gebraucht werden. Je länger der Arm, an welchem gedrückt wird, gegen den andern ist, desto leichter geschieht die Bewegung. — Man hat Brunnen, aus welchen das Wasser mit dem einen längern Hebelarm gehoben wird, da der kürzere mit einem Stein beschwert ist, wodurch die Bewegung erleichtert wird.

Noch einige Aufgaben. Die Länge der Hebelarme ist bekannt, wie auch die Größe der Last, welche gehoben werden soll. Wie groß muß die Kraft im Falle des Gleichgewichts seyn? man dividire das Moment der Last durch die Entfernung der Kraft. Z. B. die Last sey 5000 Pfund, ihre Entfernung 2 Fuß, die Entfernung der Kraft 50 Fuß, so ist die Kraft = 10000 : 50 = 200 Pfund. — Zwei Menschen von ungleichen Kräften sollen eine an einer Stange hängende Last tragen. Nach welchem

chem Verhältnisse muß der Hebel getheilt werden, damit der schwächere nicht zu schwer zu tragen habe? nach dem Verhältnisse der Kräfte. Gesetzt der eine Mensch könne viermal so viel tragen, als der andere, so theile man den doppelarmigen Hebel in fünf gleiche Theile, und hänge die Last an den ersten Theilungspunkt. Alsdann trage der Stärkere an dem kurzen, der Schwächere an dem längern Hebelarm, welche sich verhalten wie 1 zu 4.

Eine fernere Anwendung vom zweiarmigen Hebel geben die Wagen, worauf das Gewicht eines Körpers bequem durch ein Gegengewicht gefunden wird. Bey der Krämer- oder Schaalwage sind beide Arme gleich lang, also müssen auch die Gewichte gleich groß seyn. Der Bewegungspunkt des Wagebalkens muß über dem Schwerpunkte desselben liegen, aber sehr nahe dabey, damit sie bey einer kleinen Vermehrung des Gewichts auf der einen Seite leicht einen Ausschlag gebe, oder sehr empfindlich sey. Läge der Bewegungspunkt unter dem Schwerpunkte, so würde bey der geringsten Ungleichheit der Gewichte die Wage ganz umschlagen. — Um das Reiben so viel als möglich zu vermeiden, muß der Zapfen des Wagebalkens da, wo er aufgehängt wird, zugespitzt seyn, damit er nur

mit

mit wenigen Punkten die Unterlage berühre. — Zur Richtigkeit solcher Wagen gehört, daß Schaalen, Schnüre und Wagebalken auf beiden Seiten gleiches Gewicht, und leztere gleiche Länge haben.

Eine Schnellwage ist auch ein doppelarmiger Hebel, aber von ungleichen Armen. Die Last wird an den kürzern Arm gehängt, das Gegengewicht an den längern. Der leztere kann verlängert und verkürzt werden, nachdem das Gewicht weiter oder näher vom Unterstüzzungspunkte hängt. Sie dient zur Abwiegung großer Lasten mit demselben Gegengewicht. Die Eintheilung des Wagebalkens muß so eingerichtet werden, daß die Momente der Last und des Gegengewichts (nebst den zugerechneten Momenten der Theile der Wage selbst) gleich bleiben.

Noch eine weniger gewöhnliche Schnellwage, worau nicht das Gegengewicht, sondern die Unterlage verschoben wird. Ein bestimmtes Gegengewicht hängt an einem Ende des Wagebalkens, und die Last am andern. Das Verhältniß beider bestimmt das Verhältniß der Längen der Hebelarme, oder den Ort der Unterstüzung für jede Last.

Wenn

Wenn ein Hebel im Gleichgewicht steht, so liegt der gemeinschaftliche Schwerpunkt der Gewichte im Unterstützungspunkt. Ueberhaupt werden also jede zwei durch eine gerade Linie verbundene Massen ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt da haben müssen, von wo aus die Entfernungen der einzelnen Schwerpunkte gemessen werden, so daß sie im verkehrten Verhältnisse der Gewichte dieser Massen stehen. Nur alsdann ist Gleichgewicht vorhanden, und der aus diesen beiden Massen zusammen bestehende Körper wird nicht fallen können, wenn er an dem gefundenen Punkte unterstützt wird. Hat man zwischen 2 Massen den Schwerpunkt bestimmt, und mit einer von beiden wird eine dritte Masse durch eine gerade Linie verbunden, und auch zwischen diesen beiden der Schwerpunkt bestimmt, so läßt sich in der geraden Linie zwischen beiden Schwerpunkten ein neuer gemeinschaftlicher für die drei Massen finden. Eben so für eine 4te, 5te ꝛc. hinzukommende Masse. Bey jedem Körper können die einzelnen Theile als solche durch Linien mit einander verbundene Massen angesehen werden, und es giebt also für alle einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt, welcher unterstüzt seyn muß, wenn alles im Gleichgewicht bleiben (kein Theil sinken) soll.

Hier-

Hieraus ist klar, daß die oben erwähnte Lehre vom Schwerpunkte sich auf die Theorie des Hebels gründet.

Eine Maschine, welche sich auf diese Theorie gründet, ist das Rad an der Welle. Leztere ist an dem Rad oder Scheibe bevestigt, und dreht sich mit ihr um, (Fig. 23). Es stellt einen doppelarmigen Hebel vor, dessen Unterstüzzungspunkt c im Mittelpunkt der Welle liegt, und dessen beide Arme die Halbmesser der Welle und des Rades c b und c a sind. Ist lezterer zehnmal größer als ersterer, so wird das Gewicht n ein 10mal größeres an der Welle hängendes Gewicht m im Gleichgewichte halten, weil sie sich verkehrt verhalten, wie die Entfernungen vom Unterstüzungspunkte. Unter den beiden Gewichten kann man sich überhaupt zwei Kräfte vorstellen, eine die am Umfang des Rades wirkt, und den Widerstand einer andern am Umfang der Welle wirkenden überwinden soll. Es sey z. B. n der Zug der Hand, wodurch ein an einem Seile hängendes Gewicht m aus einem Brunnen, Schacht ꝛc. gehoben werden soll, wobey sich das Seil um die Welle windet. — Oder es wirke Wasser durch sein Gewicht von oben auf Schaufeln an der Peripherie

pherie des Rades, um es herumzudrehen, oder durch seinen Stoß auf die untern Schaufeln (oberschlächtiges und unterschlächtiges Wasserrad). Dadurch wird der Widerstand einer Last an der Welle überwunden. — Statt des Rades können auch nur die Speicher desselben vorhanden seyn, wie am Haspel, von dem es mehrere Arten giebt: Fig. 24 der Kreuzhaspel, Fig. 25 der Hornhaspel mit der Kurbel, Fig. 26 die Erdwinde, deren Welle vertikal steht, und durch horizontalliegende Hebel herumgedreht wird. — Noch eine Anwendung findet sich bey dem Trettrad, welches durch Auftreten von Menschen oder Thieren an der innern Seite des Umfangs herumgetrieben wird.

Da sich die Peripherie des Rads und der Welle wie ihre Halbmesser verhalten (Fig. 23), und leztere verkehrt wie die Gewichte, so ist klar, daß in derselben Zeit ein 6mal leichteres Gewicht n sechsmal so tief sinken muß, als das andere m steigt, oder daß die Wege, welche beide Körper in gleicher Zeit zurücklegen, (wie auch ihre Geschwindigkeiten) sich verkehrt verhalten, wie ihre Gewichte. Eine Bestätigung des obigen Gesetzes beym Hebel.

Bey

Bey manchen Maschinen finden sich mehrere Räder, die in einander greifen. An der Welle des ersten ist ein Getriebe angebracht, dessen Zapfen oder Stöcke in die Zähne an dem Umfange des andern Rades [welches entweder ein Stirnrad, oder ein Kammrad seyn kann], greifen, um dasselbe herumzudrehen. Auf das Verhältniß der Halbmesser jedes Rads und seiner Welle kommt hier alles an. Gesetzt es seyen drei Räder angebracht. Am Umfange des ersten wirke eine Kraft von 10 Pfund, sein Halbmesser sey 5mal so groß, als der der Welle (oder des an derselben befindlichen Getriebes), so hält die Kraft mit einem Widerstand von 50 Pfund das Gleichgewicht. Dieser Widerstand findet sich bey dem Umdrehen der Zähne des 2ten Rads, und ist als eine neue Kraft zu betrachten. Wenn der Halbmesser dieses zweiten Rads sich zu dem seines Getriebes, wie 4 zu 1 verhält, so wird bey einem Widerstand von 200 Pfund Gleichgewicht statt finden. Kommt endlich noch ein 3tes Rad dazu, welches 6mal so dick als seine Welle ist, so wird eine an lezterer befindliche Last von 1200 Pfund mit der Kraft von 10 Pfund am ersten Rade das Gleichgewicht halten.

Nach

Nach den Gesetzen des Hebels richtet sich auch die Bewegung an der Rolle, einer Scheibe, welche sich um eine feststehende Axe bewegt, und worum ein Seil geschlagen ist. Wenn, wie Fig. 21, das Seil oben über die Rolle geht, und an dem einen Ende desselben die Last, an dem andern die Kraft befindlich ist, so müssen im Falle des Gleichgewichts beide gleich seyn, weil ihre Entfernung a c und b c vom Ruhepunkt c gleich sind. Es wird dadurch an Kraft nichts gewonnen. Indessen wird sie doch zum Heben von Lasten gebraucht, weil man ein Seil von oben herab bequem ziehen, und dabey noch das Gewicht seines eigenen Körpers benutzen kann. Eine solche Rolle wird eine Leitscheibe genennt.

Wenn das Seil von unten um die Rolle geschlagen wird, dessen eines Ende irgendwo bevestigt ist (Fig. 27), so kann eine am andern Ende angebrachte Kraft einer an einem Kloben (der an der Axe der Rolle bevestigt ist) hängenden Last, die doppelt so groß ist, als die Kraft, das Gleichgewicht halten. Denn der Durchmesser der Rolle ist als ein einarmiger Hebel zu betrachten. Der Unterstützungspunkt ist bey a, an c hängt die Last, an b wirkt die Kraft, und die Entfernung der leztern, nämlich a b, ist noch

einmal

einmal so groß, als a c, die Entfernung der erstern. — Man kann auch das Seil noch um eine Leitscheibe oder eine andere Rolle oberwärts schlagen, die aber blos, wie vorhin gesagt worden ist, zum bequemern Zug dient. — Auch hier ist offenbar, daß der Raum, durch welchen eine zweipfündige Last m gehoben wird, nur halb so groß ist, als der Raum, durch welchen das einpfündige Gegengewicht n in derselben Zeit sinkt. — Wenn mehrere Rollen in Verbindung miteinander angebracht werden, so entsteht ein Flaschenzug. Es giebt verschiedene Arten derselben, mit deren Betrachtung wir uns hier nicht aufhalten wollen.

Wenn eine Last (Fig. 8) an einer schiefen Ebene hinauf gezogen werden soll, und die Direktionslinie des Zugs geht mit der schiefen Ebene parallel, so ist im Falle des Gleichgewichts die Kraft geringer, als die Last: denn ein Theil der letztern wird von der Ebene getragen. Schon oben ist bemerkt worden, daß die vom Schwerpunkte a senkrecht nach der Erde gezogene Linie a c die ganze Schwere vorstellt. Diese Last kann in Seitenkräfte zerlegt werden. Die Linie a d, senkrecht auf die schiefe Ebene, stellt den Theil der Schwere vor, welcher von

der Ebene getragen wird. Also ist a b, oder die andere Seite des Parallelogramms, der Theil der Schwere, welcher noch hinaufgezogen werden muß. Es stellt a c die ganze Last, a b die Kraft vor, die jener das Gleichgewicht hält. Da nun a c : a b = A B : A C, so verhält sich die Last zur Kraft, wie die Länge der schiefen Ebene zu ihrer Höhe.

Die Lehre von der schiefen Ebene findet Anwendung in der Theorie zweier Werkzeuge, vermittelst welcher durch kleine Kraft ein großer Widerstand überwunden werden kann, nämlich des Keils und der Schraube. Von beiden kann hier nur etwas weniges historisch gesagt werden. Der Keil ist eine schiefe Ebene, welche durch Einschieben zwischen zwei Massen zur Zertrennung derselben dient. Es ist dieses eben so, als wenn die Massen an der schiefen Ebene hinaufgeschoben würden. Daher wird das Verhältniß der Breite des Keils zu seiner Länge, zur Beurtheilung des Verhältnisses zwischen dem auf den Rücken desselben wirkenden Schlag, und dem Widerstand gegen die Seiten nothwendig seyn. Freilich wird auch die große Reibung mit in Anschlag gebracht werden müssen. — So viel ist gewiß, daß die Kraft des Keils desto wirksamer ist, je spitzer er ist, oder je schmäler der

Rücken gegen die Länge des Keils ist. — Die Erfahrung bestätigt dieses bey Messern, Scheeren, Aexten ꝛc. welche als Keile wirken.

Bey der Schraube verhält sich Kraft zur Last, wie die Breite einzelner Schraubengänge zu dem Umfang der Schraube. Je schmäler die erstern, und je größer der leztere ist, desto mehr wird man damit ausrichten. — Eine Schraube ohne Ende wird mit einer Kurbel herumgedreht. Ihre Gänge greifen immerfort in die Zähne eines Rads, und drehen dasselbe herum. Wenn eine Last an der Welle des Rads hängt, so entsteht eine zusammengesetzte Maschine, mit welcher diese Last zwar langsam, aber mit leichter Mühe gehoben wird. Wenn man auf die Reibung nicht Rücksicht nimmt, so kann durch drei Verhältnisse 1) das des Halbmessers der Kurbel zum Halbmesser der Welle, 2) das des Umfangs der Schraube zur Weite der Schraubengänge, 3) des Halbmessers des Rads zum Halbmesser seiner Welle die Größe der Kraft bestimmt werden, welche einer an der Welle des Rads hängenden Last das Gleichgewicht hält. Diese drei Verhältnisse seyen

10 : 1
8 : 1
6 : 1

480 : 1 ist das zusammengesetzte Verhältniß.

Also wird eine Kraft von 1 Pfund, eine Last von 480 im Gleichgewicht halten. Ist die erstere 30, so ist die letztere 14400. Wird der erstern etwas zugesetzt, so hebt sich die Last, aber mit einer 480mal geringern Geschwindigkeit, als die der Kraft. Wenn z. B. die Kurbel durch einen Umkreiß von einem Fuß geht, so muß sie 480mal herumgedreht werden, um die Last nur um einen Fuß in die Höhe zu heben

---

Maschinen sind Werkzeuge, wodurch man entweder mit geringerer Kraft, oder in kürzerer Zeit eine Last bewegen (ziehen, heben, stoßen ꝛc.) kann, als ohne dieselben möglich wäre. Wenn man weiß, wie viel Kraft erfordert wird, um mit der Last das Gleichgewicht zu halten, ferner, wie viel Widerstand, der von andern Hindernissen, z. B. von dem Reiben der Theile der Maschine, herkommt, überwunden werden muß: so weiß man, wie viel Kraft noch hinzukommen muß, um eine wirkliche Bewegung hervorzubringen.

Die Maschinen werden eingetheilt in einfache und zusammengesetzte. Zu den erstern gehören die fünf, welche wir erwähnt haben, Hebel, Rad an der Welle, Rolle, Keil und Schraube. Aus diesen lassen sich auf mannigfal-

nigfaltige Art andere zusammensetzen, wie wir so eben in einem Beyspiel gesehen haben. — Die Kräfte, wodurch Maschinen in Bewegung gesetzt werden, sind entweder die des fließenden Wassers, oder des Windes, oder heißer Dämpfe, oder der Federn, oder der Gewichte, oder die Kräfte der Thiere und Menschen. — Eine Maschine, welche in Bewegung gesetzt wird, geht anfangs langsam, dann allmählig geschwinder, bis sie einen gewissen Grad der Geschwindigkeit erlangt, in dem sie fortgeht. Sie kann nicht plötzlich eingehalten werden, sondern ihre Geschwindigkeit nimmt nach und nach wieder ab (besonders wenn sie von beträchtlicher Größe, oder ihre Geschwindigkeit groß ist), welches alles Folgen der Trägheit sind. — Um bey Maschinen einen gleichförmigen Gang zu erhalten, bringt man Schwungräder an, welche wegen ihrer Schwere die Bewegung regelmäsig im Gange erhalten, wenn auch die bewegende Kraft nicht immer gleichförmig wirkt. — Weitere Untersuchungen über diese und verwandte Gegenstände gehören in die Mechanik. — Hier nur noch etwas zum Beschluß von den Hindernissen der Bewegung.

Dazu gehört erstlich die Friction, oder Reibung. Man versteht darunter den Widerstand,

stand, der durch die Rauhigkeit der Oberflächen der Körper, welche übereinander hingleiten, verursacht wird. Wenn eine horizontale Fläche vollkommen glatt wäre, so würde ein eben so glatter Körper bey der geringsten Neigung der erstern darüber hingleiten, welches auch der Fall bey einer elfenbeinernen Kugel auf einer Marmorplatte ist. Da aber die Körper mehr oder weniger sichtbare Unebenheiten auf der Oberfläche haben, so werden die Erhöhungen der einen in die Vertiefungen der andern Oberfläche eingreifen, wenn eine über die andere hinbewegt wird. Manche Erhöhungen werden bey fortgesetzter Bewegung abgestoßen, andere niedergedrückt: aber viele bleiben immer bey noch so lange fortgesetzter Bewegung.

Um die Größe der Friction zu bestimmen hat man viele Versuche mit ganz verschiedenen Körpern angestellt. Das Tribometer ist ein Werkzeug, um die Größe der Reibung zu finden, indem man einen Körper, der auf einer horizontalen Fläche liegt durch Gewichte, die an einem über eine Rolle gehenden Seile angehängt sind, fortbewegt. Dadurch hat man gefunden, daß die Reibung nach dem Verhältniß der Gewichte der bewegten Körper zunimmt. Ein viereckichtes Stück Holz wird gleich viel

angehängtes Gewicht zur Fortbewegung erfordern, man mag es auf seine breite oder auf seine schmale Seite legen. Doch ist dieses nicht vollkommen richtig, wenn die Oberflächen etwas breit sind. Denn alsdann verursacht die Cohäsion der Körper noch ausser der Reibung einen Widerstand. Wir haben schon oben dieser Kraft erwähnt, und Beyspiele angeführt, woraus erhellet, daß die Größe des Zusammenhangs zweier Körper sich nach der Menge der Berührungspunkte richtet. — Man nimmt gewöhnlich an, daß der durch die Reibung verursachte Widerstand etwa ein Drittel des Gewichts beträgt. Bey Maschinen ist es öfters nothwendig, diesen Widerstand so viel möglich zu vermindern. Dieses geschiehet dadurch:

1) daß man diejenigen Materien zu Theilen der Maschine welche sich reiben (z. B. Zapfen auf Zapfenlager, Axe des Wagens in der Nabe u. dgl.) anwendet, von denen man durch Versuche weiß, daß sie eine geringere Friction gegen einander haben. Dieses ist der Fall bey Metall auf Holz, Eisen auf Messing, Messing auf Zinn, überhaupt härtern auf weichern Körpern. (Doch finden sich auch hier Ausnahmen). — Dagegen reibt sich Metall oder Holz, auf denselben

selben Metall oder Holz stärker; Holz nach der Queere der Fasern mehr, als nach der Länge ꝛc.

2) Daß man die Theile polirt,

3) daß man durch Seife, Oel, Theer oder eine andere schickliche Materie die kleinen Unebenheiten ausfüllet,

4) daß man die Berührungspunkte vermindert, und die rutschende Bewegung in eine rollende verwandelt.

Uebrigens gewährt die Reibung im menschlichen Leben große Vortheile. Wenn alle Oberflächen vollkommen glatt wären, so würde nichts fest stehen oder liegen. Der geringste Wind würde die Körper fortbewegen. Wir könnten nicht gehen, ohne Gefahr, jeden Augenblick umzufallen. Weder durch Keile, noch Schrauben ließ sich etwas bevestigen. Das Schwimmen, Schiffen, Fliegen der Vögel beruht auf dem durch Reiben bewirkten Widerstand in Wasser und Luft. — Wie groß der Widerstand durch Reibung ist, kann man daraus sehen, daß eine beträchtliche Last an einem Strick festhängt, wenn man denselben einigemal um einen Balken schlägt, ohne ihn fest zu binden. — Doch ist bey Seilen nicht aus der Acht zu lassen, daß von ihrer Steifigkeit auch ein merklicher Widerstand entstehet.

steht. Denn es erfordert immer einige Kraft, um dieselbe zu biegen.

Endlich wird die Bewegung auch durch die Trägheit und den Zusammenhang der Flüssigkeit (des Wassers, der Luft) gehindert, in welcher ein fester Körper fortbewegt werden soll. Es erfordert Kraft, um einen Theil der Flüssigkeit aus seiner Stelle zu treiben, und um so viel mehr, je dichter diese Flüssigkeit ist, je größer die Oberfläche des bewegten Körpers ist, und je schneller er sich bewegt. Daher fällt ein Körper im Wasser nicht so geschwind, als in der Luft, in dieser nicht so schnell, als im luftleeren Raume. — Die beschleunigte Geschwindigkeit wird bey großen Fallhöhen in eine gleichförmige verwandelt — ein geworfener Körper wird von der krummlinigten Bahn abgelenkt, in der er sich bewegen würde, wenn er in einem luftleeren Raume durch den erhaltenen Stoß, und durch die stets einwirkende Schwerkraft zusammen, getrieben würde.

Dritter

Dritter Abschnitt.

Vom Gleichgewichte tropfbar flüssiger Körper.

Alle tropfbare Flüssigkeiten, z. B. Wasser, Wein, Oel ꝛc. sind von der Luft und andern elastischen Flüssigkeiten dadurch unterschieden, daß sie wegen des Zusammenhangs der kleinsten Theile, die sich leicht an einander verschieben lassen, in kugelähnliche Körperchen (Tropfen) abgetheilt werden können, wenn sie von keinem andern Körper stärker angezogen werden; ferner, daß sie nur einen geringen Grad von Elasticität zeigen, daher sie sich schwer in einen engern Raum zusammenpressen lassen, und, so lange sie nicht durch Wärme in Dämpfe aufgelößt werden, auch kein Bestreben haben, sich in einen größern Raum auszudehnen.

Von

Von dem Gleichgewichte dieser Flüssigkeiten, (die wir hier mit dem allgemeinen Nahmen Wasser bezeichnen wollen) sowohl unter sich, als auch mit festen Körpern, handelt die Hydrostatik. Die Untersuchung der Gesetze dieses Gleichgewichts ist der Gegenstand dieses Abschnitts.

Ein vorzüglicher Unterschied zwischen dem Wasser und festen Körpern besteht darin, daß die kleinsten Theile des erstern sich durch eine geringe Kraft sehr leicht verschieben und von einander trennen lassen. Daher muß das Gleichgewicht flüssiger Theile gegen einander sich nach andern Gesetzen richten, als das Gleichgewicht fester Körper.

Wasser, das in einem Gefäße eingeschlossen ist, wird immer von selbst einen horizontalen Stand seiner Oberfläche annehmen. Gesetzt es stünde anfangs ein Theil höher als die andern umgebenden, so würde ersteres wegen seiner Schwere so lange sinken, und die andern in die Höhe treiben, bis alles im Gleichgewicht ruhig steht. Daher wird die Oberfläche horizontal oder wagerecht. (Daß die Wassertheile nahe an dem Rande des Gefäßes etwas höher stehen, kommt von der Anziehungskraft der Wände des Gefäßes her, auf welche kleine Ab-

änderung

änderung des horizontalen Standes hier nicht Rücksicht genommen wird).

Die allgemeine Schwerkraft ist die Ursache dieser Erscheinung. Da die Richtung derselben nach dem Mittelpunkt der Erde geht, so würde, wenn die Erde ganz mit Wasser bedeckt wäre, die Oberfläche derselben keine Unebenheiten haben, sondern eine kugelförmige Gestalt annehmen. Auch die Oberfläche eines jeden stillstehenden Meeres (oder See's) wird ein Stück einer Kugelfläche seyn. Die Theile seiner Oberfläche werden alle gleich weit von dem Mittelpunkte der Erde entfernt seyn, oder das Meer wird allenthalben gleich hoch stehen) abgesehen von einigen nicht hieher gehörigen Umständen, die dieses etwas abändern können). Man bestimmt daher die Höhe der Berge von dem Ufer des Meers, oder von dem horizontalen Stand seiner Oberfläche an.

Wenn man einerlei Flüssigkeit (von derselben specifischen Schwere) in zwei Röhren giesset, die unten Gemeinschaft mit einander haben (man nennt sie communicirende Röhren, dergleichen Fig. I. II. III. IV. V. VI sind) so wird sie zur Zeit der Ruhe in beiden gleich hoch stehen, oder der Stand bey a und b wird horizontal seyn. Dieses geschieht auch in mehr als zwei

Röhren,

Röhren, seyen es noch so viele, wenn sie Gemeinschaft haben. Die Röhren dürfen aber nicht zu eng seyn, sondern müssen mehr als eine halbe Linie im Durchmesser haben, weil sonst die stärkere oder schwächere Anziehungskraft der Seitenwände der Röhre den Stand der Flüssigkeit verändert. (Von solchen engen, sogenannten Haarröhrchen, in der Folge mehr). Uebrigens kommt nichts darauf an, ob beide Röhren einerlei oder verschiedene Weite haben, (Fig. 29 I. II.) — ob sie parallel laufen oder nicht (III.) — ob sie schlangenförmig gewunden sind (IV.) — ob sie allenthalben gleich weit, oder oben enger oder weiter als unten sind (V. VI.).

Bey zwei gleich weiten und parallelen Röhren (I.) ist es aus der Lehre vom Gleichgewicht überhaupt offenbar, daß in beiden der Stand des Wassers gleich hoch seyn muß, weil kein Grund vom Gegentheil vorhanden ist. Daß dasselbe aber auch in andern Fällen statt finden müsse, kann auf folgende Art gezeigt werden. Man denke sich in einem mit Wasser erfüllten Gefäße (Fig. 30), worin alles ruhig steht, ein röhrenförmiges Stück Wasser a b c d e f g h. Die Oberflächen a h und e d sind horizontal: denn durch den gegenseitigen Druck der um dieses röhrenförmige Stück liegenden Wassertheil-

chen

chen wird verhindert, daß nichts von seinem Platze weichen kann. — Nun kann man sich auch denken, daß statt dieser umgebenden Wassertheilchen, eine feste Umgebung von Blech oder Holz darum gelegt würde, oder daß das umgebende Wasser plözlich eine Rinde von Eis bildete. Diese würde nicht drücken, sondern nur Ausweichen verhindern, (welches vorher die umgebende Wassermasse that), und der Stand der Oberfläche würde, wie vorher, in beiden Röhren horizontal bleiben. Also hätten wir nun communicirende Röhren a b g h und c d e f, in welchen der Stand des Wassers immer gleich hoch seyn muß, sie mögen eine Gestalt haben, wie man wolle.

Es kann daher eine Wassermasse von kleinem Gewicht in der engern Röhre (Fig. 29. II.) einer andern von vielmal größerm Gewicht in der weitern Röhre das Gleichgewicht halten. Wenn sich z. B. die Durchmesser der Röhren verhielten, wie 1 zu 10, also die Grundflächen wie 1 zu 100, so würde das Wasser in der engern Röhre einem hundertmal so schweren in der weitern das Gleichgewicht halten.

Wird die eine der communicirenden Röhren abgekürzt, und mit einer engen Oefnung versehen, so entsteht ein hydrostatischer Spring-

Springbrunnen, weil der Druck des Wassers aus der längern Röhre das in der kürzern in die Höhe treibt. Der Widerstand der Luft und die Reibung an den Wänden der Röhre macht, daß es nicht so hoch springt, als es in der längern steht.

Bindet man über die abgeschnittene Röhre eine Blase oder Haut, so wird dieselbe mit einer Gewalt ausgedehnt werden, die dem Gewicht einer Wassersäule gleich ist, welche die Fläche der abgeschnittenen Röhre zur Grundfläche hat, und so hoch ist, als der Stand in der andern Röhre. Wäre in obigem Beyspiel das Gewicht des Wassers in der engen Röhre = 1 Pfund, so würde der Druck auf die Blase = 100 Pfund seyn. Man nennt eine solche Vorrichtung einen anatomischen Heber, weil man sich dessen bedient, um thierische Häute stark auszudehnen. Ein auf die Blase gelegtes Brett, das mit etwas weniger Gewicht beschwert ist, als der Druck beträgt, wird davon in die Höhe gehoben.

Wird ein cylinderförmiges Gefäß von Leder, (Fig. 31. a b c d) an die Oefnung der kürzern Röhre bevestigt, so daß das Leder an die beiden kreisförmigen, aus starkem Holz bestehenden, Böden a b und c d fest angenagelt ist, so wird

sich

sich bey Eingiesung des Wassers in die längere Röhre das Gefäß füllen, und dadurch die Scheibe a b in die Höhe gehoben werden, und mit dieser eine darauf liegende Last, welche mehrere Centner betragen kann, nachdem die Röhre lang, und die Grundfläche derselben gegen die des Gefäßes klein ist. Dieses ist der von seinem Erfinder sogenannte hydrostatische Blasbalg.

Wäre a b c d (Fig. 32) eine Mauer, und das in der Höhe e f danebenstehende Wasser könnte unter die Grundfläche der Mauer c d eindringen, so würde es mit einer Gewalt aufwärts drücken, die dem Gewicht einer Wassersäule gleich ist, welche c d zur Grundfläche und e f zur Höhe hat. Es sey z. B. die Grundfläche c d, in welche das Wasser eindringt = 80 Quadratfuß, Höhe e f = 30 Fuß, so hält die Wassersäule 30 . 80 = 2400 Cubikfuß. Ein Rheinländischer Cubikfuß Wasser wiegt ohngefähr 65 Pfund. Also ist der ganze Druck, welcher von unten die Mauer zu heben strebt gleich dem Gewicht von 65 . 2400 = 156000 Pfund = 1560 Centner. Hieraus läßt sich die große Gewalt des nebenstehenden Wassers zur Zerstöhrung von Gebäuden, Dämmen, Brückenbogen und

und dergl. ermessen, wenn das Eindringen des Wassers nicht sorgfältig vermieden wird.

Nach dem Gesetz des Gleichgewichts in communicirenden Röhren läßt sich begreifen, warum das Wasser in Brunnen eben so hoch steht, als in einem benachbarten See oder Fluß, wenn sie mit demselben unter der Erde Gemeinschaft haben — warum das Wasser in manchen Quellen zu gewissen Zeiten vertroknet, zu andern wieder hervorquillt — warum man das Wasser durch eine Röhrenleitung von einem Berg durch ein Thal auf einen andern etwas tiefer liegenden Berg führen kann, selbst wenn mehrere Erhöhungen dazwischen liegen, die niedriger sind, als der erste Punkt des Falles.

Wenn Flüssigkeiten von verschiedener specifischen Schwere in communicirende Röhren gefüllt werden, so wird der Stand in denselben nicht gleich hoch seyn, sondern sich verkehrt verhalten, wie diese specifische Gewichte. Es sey in der einen Queckſilber in der andern Wasser. Da das Verhältniß der specifischen Schwere dieser Flüssigkeiten wie 14 zu 1 ist, so wird das Wasser 14 Zoll hoch stehen, wenn das Queckſilber 1 Zoll hoch steht, weil alsdann erst Gleichgewicht vorhanden ist.

Jedes Theilchen des Wassers wird von den darüber, darunter, und zur Seite stehenden Theilchen eben so stark gedrückt, als es selbst zurückdrückt, weil Wirkung und Gegenwirkung immer gleich seyn müssen. Es kann auf keine andere Art in der Wassermasse alles ruhig bleiben, als daß der Druck und Gegendruck aller Elemente herauf und herab und seitwärts nach allen Richtungen sich immer die Wage halte. Wenn man daher ein Ei in eine Blase voll Wasser legt, diese zubindet, und mit starkem Gewicht beschwert, so wird das Ei nicht zerdrückt werden, weil sich der äussere Druck durch alle Wassertheilchen fortpflanzt, so daß er nun von allen Seiten mit gleicher Stärke auf das Ei wirkt. — Bindet man eine Glasröhre an eine mit Wasser gefüllte Blase, und versenkt die leztere in ein Gefäß voll Wasser, so daß die Röhre oben heraus reicht, so wird der Druck des Wassers im Gefäß von allen Seiten auf die Blase bewirken, daß das Wasser aus der Blase in die Röhre steigt.

Wird Wasser in ein Gefäß eingeschlossen, und von irgend einer Seite gedrückt, so sucht es nach allen Seiten hin auszuweichen. Wir wollen uns zuerst vorstellen, das Wasser habe keine Schwere, und es werde von oben, von

unten,

unten, oder von der Seite auf einen Quadratfuß der Oberfläche der Wassermasse ein Druck von 10 Pfund angebracht, so wird jedes Stück der Oberfläche, das einen Quadratfuß groß ist, einen Druck von 10 Pfund erhalten. Schneidet man ein Brett von dieser Größe aus dem Gefäß, so muß man es mit einer Kraft von 10 Pfund festhalten, damit es dem Druck des Wassers nicht weiche. Ist in unserm Falle die ganze Oberfläche des Gefäßes (auf allen Seiten zusammengenommen) 100 Quadratfuß groß, so wird sie auch einen 100mal stärkern Druck leiden, als 1 Quadratfuß. (Hier also 1000 Pfund). — Ist der ganze Boden, oder irgend eine Seite des Gefäßes = 20 Quadratfuß, so ist die Größe seiner Pressung gleich dem Gewicht von 200 Pfund, und der hundertste Theil des Bodens wird den hundertsten Theil jenes Druckes, nämlich 2 Pfund, erhalten.

Ueberhaupt werden bey irgend einem Druck auf einen Theil der Oberfläche einer Wassermasse die Pressungen, welche dadurch auf andere Theile der Oberfläche von verschiedener Größe (oder Quadratinhalt) entstehen, sich verhalten, wie diese Größen selbst. Wird z. B. irgend ein Quadratzoll mit 1 Pfund Gewicht beschwert, so erhalten verschiedene Seitenwände,

wovon eine 200, die andere 500 Quadratzoll groß ist, einen Druck von 200 Pfund und 500 Pfund.

Nun setze man, statt des vorhin angenommenen äussern Drucks auf eine nicht schwere Wassermasse, die Schwere des Wassers selbst. In einem gleich weiten, senkrecht stehenden Gefäße ist der Druck auf den Boden dem Gewicht des Wassers gleich. Denn wenn der Boden beweglich gedacht wird, so muß eine Kraft gegen ihn drücken, die dem auf der andern Seite drückenden Gewicht gleich ist, wenn er sich nicht von seiner Stelle bewegen soll. Jedes Stück des Bodens wird also von der Wassersäule gedrückt, die über ihm steht, oder die so hoch ist, als daß Gefäß, und zur Grundfläche das Stück des Bodens hat, worauf sie steht.

Wenn ein Gefäß oben weiter oder enger ist, als unten, so wird der Druck auf den Boden nicht größer und nicht kleiner seyn, als in einem überall gleich weiten Gefäß von demselben Boden und gleicher senkrechten Höhe. Dieses fließet aus der obigen Betrachtung von den communicirenden Röhren (Fig. 29. V. VI). — Daher wird in einem oben engern Gefäße der Druck auf den Boden größer seyn, als das Gewicht des darin enthaltenen Wassers. Gesetzt

das

das Gefäß sey kegelförmig, und seine Spitze oben, so wird es nur den dritten Theil so viel enthalten, als ein gleich hohes cylinderförmiges Gefäß von gleicher Grundfläche, (wie aus der Geometrie bekannt ist). Wiegt nun das Wasser im Kegel 10 Pfund, so wird der Boden desselben dennoch einen Druck von 30 Pfund erhalten. Dieser Druck auf die Grundfläche darf nicht mit dem absoluten Gewicht des Wasserkegels verwechselt werden. Denn stellt man ihn auf eine Wage, so wiegt er doch nur 10 Pfund (abgesehen von dem, was das Gefäß wiegt).

Jedes Stück der Seitenwand eines Gefäßes (Fig. 28). b d leidet so viel Druck, als das Gewicht einer Wassersäule beträgt, deren Grundfläche der Fläche dieses Stücks der Seitenwand, und deren Höhe einer Linie a c gleich ist, von der Mitte dieses Stücks der Seitenwand C, bis zum höchsten Stand des Wassers bey a. Denn das ganze Gewicht der Wassersäule a c drückt auf das Stück des Wassers b d. Wenn dieses nicht vom Platze weichen soll, so muß es von unten und von allen Seiten eine Pressung erhalten, die jener gleich ist, und auch überall einen gleich starken Gegendruck ausüben. Daher wird es diesen Druck auch gegen das

Stück der Seitenwand, woran es liegt ausüben. Es sey b d = 1 Quadratfuß, a c = 6 Fuß, so ist der Druck auf b d gleich dem Gewicht von 6 Cubikfuß, welche, wenn sie Rheinländische sind 6 . 65 = 390 Pfund wiegen. Ist die Seitenwand zu schwach, um diesem Druck zu widerstehen, so wird sie von ihrem Orte weichen, welches bey dem Zerplatzen von Fässern und andern Gefäßen geschieht.

Einige Folgen daraus. In einem würfelförmigen Gefäß ist der Druck auf den Boden noch einmal so groß, als der auf eine Seitenwand. Denn die Grundflächen der Wassersäulen, welche den Druck vorstellen sind gleich, und ihre Höhen verhalten sich wie 2 zu 1. — Das Gewicht des Wassers drückt auf den Boden. Daher ist der Druck auf dem Boden und die 4 Seitenwände zusammengenommen dreimal so groß, als das Gewicht des Wassers. — Der Druck auf die gesammte Seitenfläche eines prismatischen oder cylinderförmigen, ganz mit Wasser gefüllten, Gefäßes wird in Pfund gefunden, wenn man den Quadratinhalt dieser Seitenfläche mit der halben Höhe multiplicirt, und die dadurch erhaltene Zahl von Cubikfuß mit 65, (als dem Gewicht eines rheinl. Cubikfuß Wasser) multiplicirt. Es sey z. B. die Höhe

eines

eines cylinderförmigen Brunnens = 40 Fuß, der Durchmesser = 10 Fuß, so ist der Druck des Wassers auf die gesammte Seitenfläche (wenn er ganz voll Wasser ist) = 3, 14. 10. 40. 20. 65 Pfund = 163800 Pfund. — Tiefer liegende Stellen der Seitenwand leiden einen stärkern Druck, als die höherliegenden. Dieses ist der Grund, warum die untern Theile eines Dammes, einer Mauer ꝛc. fester seyn müssen, als die obern. — warum die Röhren einer Wasserleitung welche tiefer im Thal liegen, immer stärker werden müssen, je tiefer sie liegen, damit sie von dem Druck des Wassers nicht zersprengt werden. Gesetzt eine Röhre, deren innere Seitenfläche = 6 Fuß, liege in senkrechter Linie 200 Fuß tiefer, als der Anfang des Wasserfalles, so wird der Druck, welcher die Röhre zu zersprengen drohet = 6 . 200 . 65 = 78000 Pfund betragen. — Endlich ist noch zu bemerken, daß an einer Oefnung in der Seitenwand des Gefäßes das Wasser desto schneller und mit desto größerer Gewalt ausströhmet, je tiefer die Oefnung unter der Oberfläche des Wassers ist, weil darnach das Gewicht der drükkenden Wassersäule wächst. Man wird dieses am besten bemerken, wenn man eine Reihe senkrecht übereinander liegender Oefnungen an der

Sei-

Seitenwand zugleich öfnet, wodurch Bogen von herausströhmendem Wasser in ungleicher Weite entstehen.

Wenn ein fester Körper in eine Flüssigkeit eingetaucht wird, so wird er von den Theilen derselben auf allen Seiten gedrückt, wie aus dem obigen klar ist. Dieser Druck wird desto stärker seyn, je dichter die flüssige Masse ist.

Jeder eingetauchte Körper verliert so viel von seinem Gewicht, das er in freier Luft hatte, als die Masse der Flüssigkeit wiegt, deren Raum der feste Körper einnimmt. Ist daher das specifische Gewicht des festen und flüssigen Körpers gleich, so wird der erstere an jedem Ort, wo er in der leztern eingetaucht ist, ganz von derselben getragen. Er hat sein ganzes Gewicht verloren, und kann weder steigen noch sinken. Deses erhellet folgendermaßen. In einem Gefäße voll Wasser (Fig. 33) wird ein Cubikzoll Wasser a an seinem Ort ruhig bleiben, wenn die ganze Masse in Ruhe ist. Denn der Druck ist von allen Seiten so groß, als der Gegendruck der Masse a. Eben so wenig wird eine Bewegung erfolgen können, wenn a ein fester Körper von gleicher specifischer Schwere mit dem Wasser ist. Ist z. B. ein Fisch von gleicher

Schwere

Schwere mit einem Stück Wasser, das an Größe seinem Körper gleicht, so wird er sich an jedem Orte im Wasser schwebend erhalten können. — Ist aber ein Körper schwerer, als ein gleich großes Stück Wasser, so wird nur ein Theil seines Gewichts vernichtet, und der Ueberrest macht, daß er sinken muß. Der Druck von den auf allen Seiten ihn umgebenden Wassertheilchen ist überall gleich, und hebt sich wechselseitig auf. Daher wird er nicht zur Seite ausweichen. Der Druck der obern und untern Wassertheilchen ist sich auch gleich: aber ausserdem wirkt noch der Ueberschuß des specifischen Gewichts von a über das von dem Wasser, und dieses bringt ihn zum Sinken. Gesetzt der Körper a wiege in der Luft 3 Pfund, und ein gleich großes Stück Wasser nur 2 Pfund, so wird ein Uebergewicht von 1 Pfund nach unten hin entstehen. Wenn man den Körper a mit einem Faden an das eine Ende eines Wagebalkens hängt, und untertaucht, so wird man durch ein Gegengewicht von 1 Pfund auf der andern Schaale das Gleichgewicht halten können. (Eine hierzu eingerichtete Wage heißt eine hydrostatische).

Ist endlich der Körper leichter, als ein gleich großes Stück Wasser, so wird er sich in

die

die Höhe heben, und schwimmen, weil sein Druck nach unten vermöge seines Gewichts dem aufwärts drückenden Wasser nicht mehr die Wage halten kann. Das Wasser hebt ihn mit einer Kraft, welche dem Gewicht der aus der Stelle getriebenen Wassermasse gleich ist. Daher wird er nur zum Theil eingetaucht bleiben, und der andere Theil wird sich über der Oberfläche des Wassers in freier Luft befinden. Das Stück Wasser, welches der Größe des eingetauchten Theils gleich ist, muß eben so viel wiegen, als der ganze schwimmende Körper; denn sonst wäre kein Gleichgewicht vorhanden; z. B. ein Cubikzoll von einem solchen Holz, das nur halb so viel specifische Schwere hat, als Wasser, wird sich auch nur um die Hälfte eintauchen. Der halbe Cubikzoll Wasser, welcher aus seiner Stelle getrieben worden ist, hält dem ganzen hölzernem Würfel das Gleichgewicht. Wenn er an einer Wage hängt, so wird auf der andern Seite kein Gegengewicht mehr nöthig seyn: denn er wird ganz vom Wasser getragen. — Daher kann man auch aus dem Verhältniß der Größe eines gleichförmig dichten Körpers, welcher schwimmt, zu der Größe des eingetauchten Stücks, das Verhältniß der specifischen Schweren des Wassers und des Körpers finden. Wenn z. B. ein

Stück

Stück Korkholz sich nur um den 4ten Theil seiner Größe eintaucht, so ist das Wasser viermal specifisch schwerer, als Korkholz. Tauchte sich ein Stück Ahornholz um die Viertel seiner Größe ein, so würde sich die specifische Schwere desselben zu der vom Wasser verhalten, wie $\frac{3}{4} : 1 = 3 : 4$. — Daraus folgt, daß Ahornholz dreimal specifisch schwerer ist, als Korkholz.

Aus diesem Gesetz des Gleichgewichts zwischen festen und flüssigen Körpern lassen sich eine Menge Erscheinungen erklären, wovon wir einige anführen wollen. Ein voller Eimer wird aus einem Brunnen mit leichter Mühe zu ziehen seyn, so lange er noch im Wasser ist: sobald er in die freie Luft kommt, nimmt sein Gewicht beträchtlich zu. — Ein Taucher bewegt sich mit vieler Leichtigkeit auf dem Boden des Meeres, und kann sehr schwere Steine aufheben. Man kann ihn nebst seiner Glocke an einem Seil ohne Mühe in die Höhe ziehen. — Fische können durch Zusammenziehung der Bauchmuskeln die in ihrem Körper befindlichen Luftblasen zusammenpressen, und dadurch das Volumen ihres Körpers verkleinern, und durch Ausdehnung wieder vergrößern. Dadurch sind sie im Stande sich geschwind hinunter und herauf zu bewegen. Wenn ein Fisch in einem Gefäß

voll

voll Wasser unter die Glocke der Luftpumpe gesetzt wird, so wird er bey dem Auspumpen der Luft in die Höhe steigen, und auf der Oberfläche des Wassers auf dem Rücken schwimmen, weil sich das Volumen seines Körpers durch Ausdehnung der Luft in der Luftblase vergrößert hat. — Hohle gläserne Kügelchen schwimmen in kaltem Wasser, und gehen in warmem unter, weil ein eben so großes Stück Wasser, welches durch Erhitzung ausgedehnt wird, leichter wird, als das Kügelchen. — Auf diesem Gesetz beruht auch das Schwimmen, Steigen und Sinken der Luftballons in der Luft (einer elastischen Flüssigkeit) wovon weiter unten die Rede seyn wird.

Werden gleich große Stücken von Gold, Silber, Stein ꝛc. auf der hydrostatischen Wage unter Wasser gewogen, so verlieren sie gleichviel von ihrem Gewicht, weil das aus der Stelle getriebene Stück Wasser immer dasselbe ist. Wird aber von jedem ein Pfund auf diese Art gewogen, so wird der Verlust nicht gleich seyn; weil 1 Pfund Gold einen kleinern Raum einnimmt, als 1 Pfund Silber, so wird lezteres unter dem Wasser mehr Gewicht verlieren, als ersteres. Dieses leitete den Archimedes auf die Methode, zu finden, wie viel Zusatz an Sil-

ber

ber in einer 18 Pfund schweren Krone (die als rein golden ausgegeben wurde) befindlich seyn möchte. Aus dem Verhältniß des Verlusts an Gewicht, welchen ein Pfund reines Gold und eins von reinem Silber auf der hydrostatischen Wage hat, und aus dem Verlust des Gewichts der ganzen Krone konnte er die Menge des beygemischten Silbers bestimmen (vorausgesetzt, daß eine Mischung von diesen Metallen noch eben so einen großen Raum einnimmt, als eine gleich große Quantität von beiden zusammen, ehe sie vermischt sind).

Da schwimmende Körper tiefer sinken müssen, je mehr Gewicht sie haben, so kann man durch eingelegten Ballast ein Schiff so weit untertauchen, als zum sichern Gang und schnellen Fortsegeln nöthig ist. — Der Mensch hat ohngefähr gleiche Schwere mit dem Wasser. Daher wird er leicht, auf dem Rücken liegend, fortschwimmen, so daß ein Theil des Gesichts über dem Wasser bleibt. Liegt er aber auf der Vorderseite des Leibes, so hält es schon schwerer, weil er eine stete Bewegung der Hände und Füße nöthig hat, um den Kopf, welcher schwerer ist, als die Brust, über dem Wasser zu erhalten. Manche Thiere schwimmen wegen des Bau's ihres Körpers viel leichter. — Auch fette

Men:

Menschen schwimmen leichter, als magere, weil ihr Körper specifisch leichter ist, als ein gleich großes Stück Wasser.

Wenn ein fester Körper in Flüssigkeiten von verschiedener specifischen Schwere eingetaucht wird, so wird er nicht gleich tief einsinken. Zuweilen wird er in der einen schwimmen, in der andern niedersinken, wie z. B. Eichenholz vom Stamm, welches im Wasser schwimmt, aber im Oel zu Boden fällt. In solchen Fällen, wo der Körper nur zum Theil eintaucht, verhalten sich die eingetauchten Stücke verkehrt, wie die specifischen Gewichte der Flüssigkeiten. Wenn man z. B. ein Stück Lindenholz in 100 gleiche Theile theilt, und dasselbe sinkt in reinem Wasser bis zu dem 60sten Grad, in einer gewissen Sorte Wein bis zum 65sten, so verhält sich die specifische Schwere des Wassers zu der des Weins, wie 65 zu 60, oder wie 13 zu 12. — Hieher gehört auch die Erfahrung, daß Schiffe, welche aus einem Flusse in das Meer kommen, nicht mehr so tief einsinken, als zuvor, weil das Meer wegen der beygemischten salzichten, bitumineusen u. a. erdichten Theilen specifisch schwerer, als das Flußwasser ist.

Körper, welche specifisch schwerer sind, als Wasser, können zum Schwimmen gebracht wer-

den,

den, wenn sie entweder in einem größern Raum ausgedehnt, oder mit andern Körpern, die specifisch leichter, als das Wasser sind, verbunden werden. Durch das erste Mittel wird der Raum, welchen der Körper im Wasser einnimmt, so vergrößert, daß das durch ihn verdrängte Wasser schwerer ist, als der Körper. Man schlage aus einem Metall, das zehnmal schwerer, als Wasser ist, eine hohle Kugel, die einem eilfmal größern Raum einnimmt, als das Stück Metall. Hat dasselbe 1 Pfund gewogen, so wird zwar dieses absolute Gewicht durch die Ausdehnung nicht vermindert: aber in dem Raum der Kugel findet nun eine Wassermasse von $\frac{11}{10}$ oder $1\frac{1}{10}$ Pfund Gewicht Platz, daher wird sie mit einer Kraft, die dem Gewicht von $\frac{1}{10}$ Pfund gleich ist, in die Höhe gedrückt, und wird schwimmen. Der eingetauchte Theil ist so groß, als ein Stück Wasser, das 1 Pfund schwer ist. — Hieraus ist auch klar, warum Schiffe schwimmen, die mit so vielen Massen belastet sind, welche weit mehr eigenthümliche Schwere, als das Wasser haben, — ferner, warum Leichname von Menschen und Thieren schwimmen wenn sie bey anfangender Verwesung sich ausdehnen u. dgl.

Die

Die andere Art, specifisch schwerere Körper als Wasser schwimmen zu machen, ist, daß man sie mit specifisch leichtern verbindet; so daß sie nun zusammen leichter sind, als das Wasser in dem Raum, welchen sie einnehmen. Man verbinde z. B. ein 7mal specifisch schwereres Stück Metall von 14 Pfund Gewicht, mit 12 Pfund von einem Holz, das nur die halbe specifische Schwere des Wassers hat. Beide zusammen wiegen 26 Pfund. Da aber das verdrängte Wasser auch 26 Pfund wiegt (denn an dem Ort wo das Metall ist, könnten 2 Pfund, und an dem, wo das Holz ist, 24 Pfund Wasser seyn), so wird die vereinigte Masse weder sinken noch in die Höhe steigen, sondern allenthalben im Wasser stille stehen. — Nähme man mehr Holz, z. B. 16 Pfund, so würde das Wasser 4 Pfund Uebergewicht erhalten, (denn 32 + 2 ist um 4 größer, als 16 + 14) und die Masse wird schwimmen. — Wenn sich ein Mensch mit einem Schwimmgürtel von Korkholz, das 4mal specifisch leichter als Wasser ist, (oder von Blasen, die mit Luft gefüllt sind) versieht, so kann er leicht schwimmen. Wiegt z. B. sein Körper 150 Pfund, und der Gürtel von Kork 8, so wird das aus der Stelle getriebene Wasser 182 Pfund, also 24 Pfund mehr wiegen, als der

Mensch.

Menſch. — Man hat eine Methode ausgedacht, ſchwere verſenkte Körper, z. B. Kanonen, Kiſten voll Geld, Fäſſer ꝛc. leicht in die Höhe zu bringen, indem man ein Fahrzeug mit Steinen füllt, und zum Sinken bringt. Wenn hierauf Taucher den ſchweren Körper an das Fahrzeug beveſtigen, und die Steine herauswerfen, ſo wird ſich daſſelbe heben, wenn es groß genug iſt, ſo daß das verdrängte Waſſer mehr wiegt, als beide Maſſen zuſammen.

Ich bemerke hiebey noch, daß auch ſpecifiſch ſchwerere Körper ohne alle Verbindung mit leichtern unter gewiſſen Umſtänden auf dem Waſſer ſchwimmen können, wenn ſie nämlich ſehr klein und dünne ſind, und mit Behutſamkeit auf die Oberfläche des Waſſers gelegt werden, z. B. Goldblättchen, feine Nadeln, Stanniolblätter ꝛc. Das Gewicht derſelben iſt zu gering, als daß ſie den Zuſammenhang der Waſſertheilchen (obgleich auch dieſer nicht beträchtlich iſt), trennen könnten: — doch gehört als zweite Urſache dieſer Erſcheinung hieher das Anhängen der Luft an obengenannte Körperchen, welches ihr Schwimmen erleichtert.

Wenn Flüſſigkeiten von verſchiedener ſpecifiſcher Schwere, die ſich nicht leicht anziehen, untereinander geſchüttelt werden, ſo werden ſie

sich bald trennen, und nach dem Grade ihrer Leichtigkeit sich in dem Glase übereinander stellen. Man nehme dazu Queckſilber, Waſſer und Oel, oder fein zerſtoßenes Glas, an der Luft zerfloſſenes Weinſteinſalz, rectificirten Weingeiſt und Steinöl. Das ganze Gemiſch führt den Nahmen Elementarwelt. — Ein anderer hieher gehöriger Verſuch iſt die ſcheinbare Verwandlung des Waſſers in Wein. Eine mit Waſſer gefüllte gläſerne Kugel, woran eine offene Röhre befindlich iſt, werde verkehrt in ein Gefäß mit leichtem rothen Wein geſtellt, ſo daß die Oefnung der Röhre hineinreicht. Der leichtere Wein wird nach und nach in die Höhe ſteigen, und das Waſſer heraustreiben, ſo daß lezteres ſinkt, und das Gefäß mit dem erſten angefüllt wird. Statt der gläſernen Kugel mit der Röhre kann man auch jedes andere Gefäß mit einer engen Oefnung am untern Theile gebrauchen. (In der Folge wird weiter ausgeführt werden, wie auf ähnliche Art eine Flaſche, die anfangs Waſſer enthielte, mit einer gewiſſen Luftart angefüllt werden kann).

Das ſpecifiſche Gewicht des reinen deſtillirten Waſſers wird gefunden, indem man entweder ein Gefäß von bekanntem Cubiſchen Ge-

halt

halt erst leer, hernach mit Wasser angefüllt, wiegt, und das erstere Gewicht vom leztern abzieht, — oder indem man einen Cubikzoll von Metall, Stein ꝛc. dessen Gewicht bekannt ist, vermittelst der hydrostatischen Wage unter Wasser wiegt; der Verlust zeigt an, wie viel ein Cubikzoll Wasser wiegt. Auf diese Art hat man gefunden, daß ein Cubikfuß Wasser nach altem Pariser Maase ohngefähr 70 Pfund, und nach Rheinländischem Maase 65 Pfund wiegt.

Um die specifische Schwere anderer Körper zu bestimmen, nimmt man das Gewicht einer gleich großen Menge von Wasser zur Einheit an, und drückt das Gewicht anderer Körper in Decimalbrüchen, oder in ganzen Zahlen mit angehängten Decimalbrüchen, wenn es nöthig ist, aus.

Um das specifische Gewicht eines Körpers zu finden, der schwerer als Wasser ist, wiege man ihn erst in der Luft, hernach im Wasser, und bemerke den Verlust. Das Verhältniß des ersten Gewichts zum Verlust, ist das Verhältniß der specifischen Gewichte des eingetauchten Körpers und des Wassers. Er wiege z. B. in der Luft 4 Pfund, im Wasser 2 Pfund, so ist das Verhältniß 4 : 2 oder 2 : 1. — Ein 78 Loth schweres Stück Stahl verliere 10 Loth im

Wasser, so dividire man erstere Zahl durch die leztere. Dieses giebt das Verhältniß 7, 8 : 1. — Ein Stück Silber wiege in der Luft 265 Loth, verliere unter Wasser 25 Loth, so sagt man nach der Regel de Tri, 25 : 265 = 1 : 10, 6. Das Silber ist etwas mehr als 10mal specifisch schwerer, als das Wasser.

Die specifischen Gewichte der Körper müssen bey gleicher Temperatur gesucht werden, weil durch die Wärme die Körper ausgedehnt werden, und also einen grösern Raum im Wasser einnehmen. — Lockere Körper werden zuvor mit Fett, Wachs ꝛc. bestrichen, damit das Wasser nicht eindringe. — Körner, Pulver, leicht im Wasser zerschmelzende Körper, werden in verschlossenen Gefäßen abgewogen.

Ist der Körper specifisch leichter, als Wasser, so verbinde man ihn mit einem schweren, so daß er untersinkt. Den Verlust des leztern allein im Wasser muß man schon vorher gefunden haben. Zieht man nun diesen von dem gesammten Verlust ab, so ist der Rest so groß, als das Gewicht einer Wassermasse, welche so groß ist, wie der leichtere Körper. Mit diesem dividirt man das Gewicht des leichtern Körpers in freier Luft, so findet man das specifische Gewicht desselben, (wobey die specifische Schwere

des

des Wassers = 1). Es wiege ein leichter Körper in der Luft 18 Loth. Ein schwerer Körper von 60 Loth verliere im Wasser an Gewicht 6 Loth (ist also 10mal schwerer als das Wasser). Beide mit einander verbunden haben unter Wasser einen Verlust von 30 Loth. Davon 6 abgezogen, bleiben 24 als das Gewicht einer dem leichtern Körper an Größe gleichen Wassermasse: $\frac{18}{24}$ oder $\frac{3}{4}$ ist das specifische Gewicht des leichtern Körpers. (Oder 24 : 18 = 1 : 0,75).

Wenn man endlich das specifische Gewicht verschiedener Flüssigkeiten gegen das des Wassers (welches = 1) bestimmen will, so kann dieses auf zweierlei Art geschehen. Die erste ist schon oben bemerkt worden. Man theile einen specifisch leichtern Körper in gleiche Theile (z. B. ein Stück Holz, eine dünne Glasröhre ꝛc.), und senke ihn in verschiedene Flüssigkeiten ein. Die Vergleichung der Tiefen, bis auf welche ein solcher Körper eintaucht bestimmt das Verhältniß der verschiedenen specifischen Gewichte der Flüssigkeiten. In der leichtern wird er tiefer sinken, als in der schwerern. Die Größen der eingetauchten Theile verhalten sich verkehrt, wie die specifischen Gewichte der Flüssigkeiten. Wenn sich z. B. diese eingetauchten Stücke in Wasser und Bier verhalten wie 9 zu 4, so ist

das

das Verhältniß der specifischen Gewichte des Wassers zum Bier, wie 4 zu 9, oder wie 1 zu $2\frac{1}{4}$, (denn 4 : 9 = 1 : 2,25).

Die andere Methode besteht darin, daß man einen und denselben specifisch schweren Körper in verschiedenen Flüssigkeiten vermittelst der hydrostatischen Wage abwiegt, und die Verluste bemerkt. Diese geben die gesuchten specifischen Gewichte. Verliert z. B. der Körper in einem Wasser, das mit Salzauflösung vermischt ist, dreimal so viel, als in reinem Wasser, an Gewicht, so ist jenes dreimal so schwer als dieses.

Zu diesem Behuf hat man Werkzeuge erfunden, um Salzsolen, Bier, Brantewein, in Ansehung ihres specifischen Gehalts gegen Wasser zu bestimmen (die sogenannten Senkwagen, Aräometer, Dichtigkeitsmesser). Eine vorzügliche Art derselben ist die von meinem Freund und Collegen Schmidt angegebene, wo das senkrecht herabhängende Werkzeug in einer oben angebrachten Schaale mit Gewicht so lange beschwert wird, bis es sich zu einem bestimmten Punkte an der unten befindlichen Röhre eintaucht. Aus der Verschiedenheit der hierzu erforderlichen Gewichte, (in Wasser, Bier, Weingeist ꝛc.) ergeben sich die verschiedenen spe-

cifischen Schweren der Flüssigkeiten, die sich verhalten, wie die Gewichte des Aräometers. Es wiege nebst den zugelegten kleinen Gewichten 1000 halbe Gran Cöllnisches Marktgewicht, wenn es in reines Wasser eingesenkt wird, (bey einer Temperatur von 15 Graden nach dem Reaumurischen Thermometer). Der Punkt, bis zu welchem es in Wasser sinkt, wird bezeichnet. Durch Vermehrung oder Verminderung des Zulegegewichts in der Schaale kann man es dahin bringen, daß sich das Aräometer in jeder andern Flüssigkeit bis zu demselben Punkt einsenkt. Wenn man das zugelegte oder herausgenommene Gewicht zu 1000 addirt, oder davon subtrahirt, so hat man das specifische Gewicht der Flüssigkeit in Verhältniß gegen das des Wassers (welches = 1000 angenommen wird). Wenn z. B. 70 halbe Gran zugelegt werden müssen, so verhält sich das spec. Gewicht der Flüssigkeit zu dem des Wassers, wie 1070 : 1000 (oder wie 1,07 : 1). Werden in einem andern Falle 112 halbe Gran weggenommen, um das Werkzeug bis zum bestimmten Punkte einzutauchen, so ist das Verhältniß wie 888 : 1000 (oder wie 0,888 : 1).

Ich füge noch eine Tafel über die specifischen Gewichte einiger Körper bey (wie sie von

verschiedenen Naturforschern gefunden worden sind). Da die specifische Schwere des destillirten Wassers = 1, oder = 1,000 gesetzt ist, so findet man das Gewicht eines Cubikfußes von den nachstehenden Materien in Pfunden, wenn man die dabey befindlichen Zahlen mit 70 oder 65 multiplicirt, je nachdem man Pariser oder Rheinländisches Maaß annimmt. Gesetzt man wollte nach dem erstern Maase das Gewicht eines Cubikfußes Roheisen wissen, so sagt man nach der Regel de Tri:

1 : 70 = 7,207 : 504,49.

70

504,490

Ein Rheinländischer Cubikfuß Ulmenholz wiegt 65. 0,6 = 39 Pfund. (Eigentlich 64, 96 . 0,6 = 38,976 Pfund). — Ein Cubikfuß Buchenholz wiegt 64,96 . 0,852 = 55,345 Pf. (Also wiegt eine Klafter Holz, welches 6 Fuß lang und hoch, und 4 Fuß breit ist, und daher 144 Cubikfuß enthält, 144 . 55,35 = 7970 Pfund. Den dritten Theil für Zwischenräume abgerechnet, bleiben ohngefähr 53 Centner).

Metalle

Platina (geschmiedet) — 21,061.

(gegossen) — 19,150.

Gold

Gold (gehämmert) . .	—	19,361.
(gegossen) . . .	—	19,258.
Quecksilber (ausgekocht)	—	13,575.
(unausgekocht)	—	13,529.
Blei (gegossen) . . .	—	11,352.
Silber (gehämmert) . .	—	10,510.
(gegossen) . . .	—	10,474.
Wismuth (gegossen) . .	—	9,822.
Nickel (gegossen) . . .	—	9,000.
Kupfer (geschmiedet) .	—	9,000.
(gegossen) . .	—	7,788.
(Japanisches, gegossen) .	—	8,726.
Arsenik — —	—	8,308.
Eisen (Roheisen) . .	—	7,207.
(Stangeneisen)	—	7,788.
Stahl — —	—	7,833.
Zinn (englisches, gegossen) . . .	—	7,291.
(gehämmert) . .	—	7,299.
Zink (gegossen) . . .	—	7,215.
Kobalt — —	—	7,700.
Spiesglas —	—	6,702.
Braunstein —	—	6,850.

Erden und Steine.

Schwerspath —	—	4,800.
Granaten (böhmische)	—	4,188.

Rubin

Rubin	—	—	4,283.
Topas	—	—	4,010.
Schwererde	—	—	4,000.
Saphir	—	—	3,994.
Hyacinth	—	—	3,687.
Diamant	—	—	3,521.
Flußspath	—	—	3,155.
Hornblende	—	—	3,434.
Kalcherde	—	—	2,390.
Kalchsteine	—	—	2,252 – 2,837.
Thonerde	—	—	0,820 – 2,000.
Kieselerde	—	—	2,650.
Bimsstein	—	—	0,914.
Meerschaum	—	—	0,336.

Erdharze.

Steinkohle	—	—	1,270.
Bernstein	—	—	1,065.
Schwefel	—	—	2,000.
Bergnaphtha	—	—	0,708.

Salze.

Vitriolöl	—	—	1,877.
Salpetersäure	—	—	1,583.
Essig	—	—	1,013.
Weinsteinsalz	—	—	1,550.
Salpeter	—	—	1,900.

Kochsalz	—	—	1,918.
Weißer Zucker		—	1,606.

Geistige Flüssigkeiten.

Schwefelnaphtha		—	0,716.
Alcohol (der reinste)		—	0,791.
Burgunder Wein		—	0,991.
Champagner	—	—	0,997.
Bordeaux	—	—	0,993.
Malaga	—	—	1,022.
Madera	—	—	1,038.
Tokayer	—	—	1,053.
Rhein	—	—	0,999.
Mosel	—	—	0,916.
Cap	—	—	1,018.
Pontac	—	—	0,993.

Oele.

Terpentinöl	—	—	0,792.
Rübsaamenöl	—	—	0,853.
Baumöl		—	0,913.
Leinöl	—	—	0,932.
Gelbes Wachs		—	0,960.
Weißes Wachs		—	0,966.
Süßes Mandelöl		—	0,928.
Butter	—	—	0,943.
Wallrath		—	0,943.

Einige

Einige thierische Substanzen.

Elfenbein	—	—	1,825.
Orientalische Perlen			2,750.
Krebsaugen	—	—	1,890.
Hühnereier	—	—	1,090.
Kuhmilch	—	—	1,032.
Urin	—	—	1,010.
Phosphor	—	—	1,714.

Holzarten.

Cedern	—	—	1,315.
Buchsbaum	—	—	1,328.
Ebenholz	—	—	1,209.
Mahagoni	—	—	1,063.
Eichen (altes)	—	—	1,666.
(vom Stamm)		—	0,929.
Buchen	—	—	0,852.
Erlen	—	—	0,800.
Ahorn	—	—	0,755.
Apfel	—	—	0,793.
Birnen	—	—	0,661.
Ulmen	—	—	0,600.
Linden	—	—	0,604.
Weiden	—	—	0,585.
Tannen	—	—	0,550.
Pappeln	—	—	0,383.
Eschen	—	—	0,734.

Kork:

Korkholz	—	—	0,240.
Holzkohle	—	—	0,280.

Wasser.

Reines Regenwasser			1,000.
Seewasser	—	—	1,026.
Rheinwasser (bey Mainz)			1,00125.
Eis	—	—	0,916.

Vierter

Vierter Abschnitt.

Von besondern Anziehungskräften der Körper, und den daraus entstehenden Erscheinungen.

In dem ersten Abschnitte war die anziehende Kraft als eine allgemeine Eigenschaft der Körper erwähnt, und zugleich bemerkt worden, daß man sie von den besondern Anziehungskräften mancher Körper gegen einander unterscheiden müsse. Bey der erstern gilt das Gesetz, daß sie nach dem Verhältniß der Massen und dem verkehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen zu- oder abnimmt. Je kleiner die Masse, und je weiter die Entfernung, desto kleiner ist die Anziehung, und umgekehrt.

Aber die besondern anziehenden Kräfte wirken nicht in die Entfernung, sondern nur ganz

in

in der Nähe, meistens nur dann, wenn sich die Theilchen der Körper berühren. Auch kommt es dabey nicht auf die Menge der Massen an, sondern ganz kleine Theile der Materie ziehen sich öfters mit ausserordentlicher Gewalt an.

Da wir nun kein allgemeines Gesetz haben, aus welchem sich die größere oder geringere Wirksamkeit dieser besondern anziehenden Kräfte bestimmen ließe, so müssen wir sie blos aus Erfahrung kennen lernen. Diese muß uns lehren, welche flüssige Elemente sich leicht miteinander vermischen; welche feste Körper sich am besten zusammenschmelzen lassen; mit welcher von beiden Materien a und b sich eine dritte c am leichtesten verbindet, wenn sie zu der Mischung beider hinzukommt; was für mancherlei neue Verbindungen oder neue Arten von Körper aus den einfachen chemischen Bestandtheilen der Materie zusammengesetzt werden können u. s. w.

Aus der Betrachtung der besondern anziehenden Kräfte gewisser Materien gegen einander werden viele Erscheinungen erklärbar; z. B. warum die festen Körper so mancherlei Figuren annehmen — warum gewisse feste Körper in manchen Flüssigkeiten ganz oder zum Theil aufgelöset werden, indem die leztern in die feinen Zwischenräume der erstern mit so großer Gewalt

ein-

eindringen, daß sie den Zusammenhang derselben ganz zerstöhren — warum verschiedene Flüssigkeiten auf das genaueste vereinigt werden können, andere nicht, u. dgl.

Schon oben wurden einige Beyspiele von Wirkungen der besondern anziehenden Kräfte angeführt, z. B. das Wasser, welches aus einem Gefäße langsam ausgegossen wird, in einzelnen Tropfen an demselben herunterlauft. (Wird es schneller ausgegossen, so bekommt es eine Bewegung vorwärts, welche die anziehende Kraft des Gefäßes übertrifft. Durch einen umgebogenen Rand, oder eine Ausgußröhre, wird das ausfließende Wasser weiter von dem Rande des Gefäßes entfernt, so daß es nicht mehr von demselben angezogen wird). — Ferner, daß feine Stückchen Korkholz oder Papier ꝛc. die nahe beysammen auf einem stillestehendem Wasser schwimmen, sich nach und nach zu einem Klumpen vereinigen, (wenn eins größer als die andern ist, so wird es die kleinern an sich ziehen, oder wenn sie nicht weit von dem Rande des Gefäßes schwimmen, so werden sie von demselben angezogen werden); — daß Wasser in einem Gefäße an dem Rande etwas höher steht, als in der Mitte, weil dort die Anziehungskraft der festen Masse auf das Wasser wirkt u. dgl.

Wir

Wir wollen nun noch mehrere, diesen ähnliche, Erscheinungen anführen. Wird der Rand eines mit Wasser angefüllten Gefäßes mit Bärlappensaamen (Semen Lycopodii), oder mit Oel bestrichen, so wird das Wasser eine gewölbte Oberfläche bilden, weil die Theilchen untereinander eine stärkere Anziehungskraft besitzen, als gegen die genannten Materien. — Dieses ist auch die Ursache, warum Wasser, welches auf Papier gegossen wird, das mit solchen Saamen oder Fett bestrichen ist, nicht zerfließet, sondern in runden Tropfen stehen bleibt. Wird es hingegen auf feuchtes Papier, Holz, Glas ꝛc. gegossen, so wird es bald auseinander fließen, da die Anziehungskraft dieser Materien die Cohäsion der Wassertheilchen übertrifft. — Wenn ein Gefäß ganz mit Wasser erfüllt ist, so daß es noch etwas über den Rand desselben in die Höhe geht, so wird es nicht herablaufen, sondern eine convexe Oberfläche annehmen, weil es sich durch die wechselseitige Anziehung seiner kleinsten Theile erhält.

Dagegen wird Queckſilber, das aus einem gläsernen Gefäße gegossen wird, gerade herausfallen, und nicht an demselben herablaufen, welches es doch bey metallenen Gefäßen thut; in gläsernen Gefäßen wird es eine gewölbte Ober-

fläche annehmen, aber in Gefäßen von Blei oder Zinn wird es an dem Rande höher stehen, als in der Mitte; auf Holz, Glas, Papier ꝛc. gegossen, wird es in einzelnen Tropfen stehen bleiben; auf Metallplatten wird es sogleich zerfließen, (doch auf eisernen langsamer, als auf andern).

Queckſilber kann in einem Beutel von Leinwand oder Flor einige Zeit lang getragen werden, ohne daß es durchfließet, weil es wenig Anziehungskraft dagegen hat. Auch Wasser kann in Leinwand getragen werden, welche mit Staub von Bärlappensaamen bestreut, oder mit einer Materie bestrichen ist, die, nach dem gewöhnlichen Ausdrucke, das Wasser nicht annimmt. Darauf beruhet die Erfindung, Tücher, Leder, Hüthe ꝛc. wasserdicht zu machen.

Aus der Wirkung der besondern Anziehungskräfte erklärt sich auch das Naßwerden. Ein fester Körper, der in eine Flüssigkeit eingetaucht wird, wird alsdann naß davon, wenn die Theile der leztern eine geringere Anziehungskraft gegen einander besitzen, als gegen die Theile des festen Körpers. Im umgekehrten Falle wird er nicht naß. Wird z. B. ein Finger in Wasser getaucht, so hängen sich Theile desselben an; dieses geschiehet aber nicht, wenn er

in

in Queckſilber eingetaucht wird. Man kann ein Stück Geld von dem Boden eines mit Waſſer gefüllten Gefäßes wegnehmen, ohne daß der Finger naß wird, wenn er mit Oel beſtrichen iſt, oder wenn die Oberfläche des Waſſers mit dem ſchon mehrmals genannten Saamenſtaube beſtreut iſt. — Werden Stäbchen von Metall in Queckſilber getaucht, ſo hängen ſich die Theile des leztern an die erſtern. — Eine ſich auf das Naßwerden gründende, und von Vera erfundene Maſchine beſteht darin, daß vermittelſt eines um zwei Rollen laufenden, mit großer Geſchwindigkeit bewegten, rauhen Stricks (eines ſogenannten Seils ohne Ende), Waſſer durch bloßes Anhängen an denſelben in die Höhe gehoben, und dann fortgeſchleudert wird. Hierdurch wird es aus tiefen Stellen, wo es geſtanden hatte, weggeſchafft.

Wenn zwei Flüſſigkeiten zuſammengegoſſen werden, die eine ſtärkere Anziehungskraft gegen einander haben, als die Theilchen jeder einzelnen Flüſſigkeit unter ſich, ſo werden ſie ſich ſchnell mit einander miſchen, ſo daß ſie ſchwer von einander zu trennen ſind, z. B. Wein und Waſſer, Milch und Waſſer, geſchmolzenes Blei und Zinn. — Im gegenſeitigen Falle werden ſie ſich nicht miſchen, ſondern nach dem verſchie-

denen Grade der specifischen Schwere über einander stehen bleiben, z. B. Oel und Wasser, Queckſilber und Wasser ꝛc. — Aber doch wird die Anziehungskraft nicht ganz unwirksam seyn, welches daraus erhellet, daß eine solche specifisch leichtere Flüssigkeit, wenn sie auf eine schwerere gegossen wird, sich schnell auf der Oberfläche derselben in einen großen Raum verbreitet, und gleichsam eine Haut über derselben bildet, wie z. B. Oel und Wasser.

Eine besonders merkwürdige Wirkung der Anziehungskraft bieten uns die sogenannten Haarröhrchen dar. Es sind dieses sehr enge, auf beiden Seiten offene Röhren von Glas oder anderer Materie, die von ihrer Aehnlichkeit mit den, inwendig hohlen, Haaren der Menschen und Thiere diesen Nahmen bekommen haben. Der Durchmesser der Oefnung darf nicht über eine halbe Linie groß, wohl aber weit geringer, seyn. Wird ein solches Röhrchen von Glas in Wasser, Wein, Brantewein ꝛc. getaucht, so kann man sehen, wie diese Flüssigkeit über ihre Oberfläche hinaus in demselben auf eine gewisse Weite in die Höhe steigt, und alsdann stille steht. Nach einer (von einem Naturforscher bekannt gemachten) Beobachtung stieg das Wasser

in

in einem solchen feinen Haarröhrchen in der ersten Stunde 18 Zoll, in den folgenden 23 Stunden noch 4 Zoll höher.

Daß diese Wirkung nicht von dem Druck der äussern Luft auf die Oberfläche des Wassers herkommen könne, wird dadurch bewiesen, daß dieses Steigen auch in einem luftleeren Raume, unter der Glocke der Luftpumpe, statt findet. Ueberdas würden auch, wenn der Druck der Luft die Ursache wäre, verschiedene Flüssigkeiten in einem und demselben Haarröhrchen, und einerlei Flüssigkeit in Röhrchen von verschiedener Weite gleich hoch stehen, welches aber der Fall nicht ist. Also ist die Ursache dieser Erscheinung blos in dem verschiedenen Grade der Anziehungskraft der Wände des Haarröhrchens, gegen die darin befindliche Flüssigkeit zu suchen, wodurch das Steigen bewirkt wird, wenn diese Kraft größer ist, als die Anziehungskraft der Theilchen der Flüssigkeit gegen einander.

Der Anziehungskraft der Haarröhrchen wirken entgegen, erstlich die Cohäsion der Theilchen der Flüssigkeit, und zweitens die Schwere derselben (oder das Bestreben, nach dem Mittelpunkt der Erde hin zurück zu fallen). Daher steigt die Flüssigkeit in einem langen Haarröhrchen nicht ohne Ende fort, sondern bleibt in ei-

nem gewissen Punkte stehen, da wo die genannten zwei Kräfte zusammen so stark sind, daß sie der Anziehungskraft des Haarröhrchens [welche man auch Capillarattraktion nennt], das Gleichgewicht halten können.

Die Verschiedenheit der Höhe, zu welcher eine Flüssigkeit steigt wird durch drei Umstände bestimmt:

1) Durch die Weite des Durchmessers des Röhrchens. Je kleiner derselbe bey übrigens gleichen Umständen ist, desto höher steigt die Flüssigkeit. Wenn Röhrchen von derselben Materie in einerlei Flüssigkeit getaucht werden, so verhält sich die Höhe des Stands verkehrt wie die Durchmesser der Röhrchen, z. B. in einem Röhrchen, dessen Durchmesser $\frac{1}{10}$ einer Linie gleich ist, steigt die Flüssigkeit 5mal so hoch, als in einem andern, dessen Durchmesser eine halbe Linie (oder $\frac{5}{10}$) groß ist.

2) Durch die Materie des Haarröhrchens. Quecksilber zieht sich nicht in einen Schwamm, so wie Wasser; dagegen kann ersteres durch einen ledernen Beutel gepreßt werden, aber letzteres nicht. — Quecksilber steigt in metallenen Röhrchen in die Höhe, in gläsernen nicht; ja, wenn ein gläsernes Röhrchen in ein Gefäß voll Quecksilber getaucht wird, so steht dieses im

Röhr-

Röhrchen etwas tiefer, als die Oberfläche desselben im Gefäße.

3) Durch die Art der Flüssigkeit. Dinte, Wasser, und Milch werden in gläsernen Röhrchen von gleicher Weite ungleich hoch stehen. Nach einem Versuch von Muschenbröck standen in gleich weiten Glasröhrchen

Destillirtes Wasser	—	3, 4	Zoll	hoch	
Vitriolöl	—	— 1, 3	—	—	
Vitriolspiritus	—	3, 25	—	—	
Terpentinöl	—	— 2, 58	—	—	
Alcohol	—	— 1, 8	—	—	

Zwei Flächen von Körpern (Glasplatten, Steinen, Stäben von Holz u. dgl.), die so nahe beysammen liegen, daß der Durchmesser des Zwischenraums nur eine halbe Linie oder weniger beträgt, bilden ein Haarröhrchen (oder vielmehr eine Menge neben einander liegender Röhrchen). Daher werden die Flüssigkeiten, welche davon stark angezogen werden, zwischen denselben in die Höhe steigen, und (wenn die Zwischenräume nicht senkrecht liegen) nach schiefer und horizontaler Richtung fortgehen, kurz, nach allen Seiten hin eindringen. Die Erfahrung giebt uns genug Beyspiele davon, daß sich die Feuchtigkeit in lockern Körpern in die Höhe zieht, und nach allen Seiten hin verbreitet. Wenn

man

man einen Schwamm zum Theil in Wasser eintaucht, so wird der anfangs trockene Theil nach und nach auch feucht werden, da das Wasser in den vielen Haarröhrchen des Schwamms in die Höhe steigt. — In einen Dacht, der in Oel liegt, zieht sich dasselbe immerfort hinein, weswegen ein festgedrehter Dacht weniger gut brennt, als ein lockerer. — Sand, worunter eine Schichte von nasser Thonerde liegt, bleibt lange feucht. — In Löschpapier zieht sich Dinte, Wasser ꝛc. bald ein (weniger geschwind Oel). — Auch Leinwand, wollene Tücher, und viele andere Körper gehören hieher: daher dienen dieselbe zum Filtriren der Flüssigkeiten, wenn man leztere von beygemischten erdichten Theilen reinigen will. Auch poröse Steine, Kohlenstaub ꝛc. werden zu diesem Behuf angewendet, und bieten Mittel dar, das Seewasser trinkbar zu machen.

Das Zellgewebe der Haut an thierischen Körpern, die Zwischenräume zwischen den Fasern des Fleisches, die einsaugenden Gefäße der Gedärme und anderer Theile, wirken als Haarröhrchen, und führen die eingesaugten Flüssigkeiten fort. (Doch kann man bey organischen Wesen diese Wirkung nicht allein von der anziehenden Kraft herleiten, sondern muß auch die

auf

auf eigenthümliche Art wirkende Lebenskraft mit in Anschlag bringen, welches auch bey dem hier noch weiter angeführten Erscheinungen gilt, uns aber jetzo weiter nichts angehet). Man hat Beyspiele, daß Menschen auf Schiffen, wo alle Lebensmittel verzehrt waren, und sogar kein Trinkwasser mehr vorhanden war, durch Baden in Seewasser, oder Umschlagen nasser Tücher um den Körper, ihr Leben eine Zeit lang gefristet haben. — Auch der Umlauf des Geblüts und anderer Säfte in den feinsten Gefäßen wird durch haarröhrenförmige Structur derselben zum Theil befördert. — Bey Pflanzen sind die Poren der Rinde und der Blätter, der Raum zwischen Rinde und Stamm, zwischen den Fasern des innern Theils, die feinen Höhlen in den Fasern der Wurzel ꝛc. als Haarröhrchen zu betrachten. Durch sie wird Feuchtigkeit aus der Luft und der Erde eingesaugt. Durch Regen, Thau oder absichtliches Begiesen wird die Pflanze aufs neue belebt.

Das Eindringen in die engen Oefnungen der Körper schwellt diese auf, und wirkt oft mit sehr großer Kraft, indem die kleinsten Wassertheilchen so wie Keile zwischen die festen Theile dringen, sie auseinander sprengen, oder ihren Zusammenhang ganz und gar aufheben, und

den

den festen Körper in einen flüssigen verwandeln. Von dem leztern wird hernach die Rede seyn. Hier zuerst einige Beyspiele von der Ausdehnung der porösen Körper durch Feuchtigkeit. Die Seile an Maschinen, die Saiten an Spinnrädern ꝛc. werden durch Anfeuchten verkürzt, wenn sie zu lang sind: je mehr sie durch das eindringende Wasser in die Breite ausgedehnt werden, desto mehr muß ihre Länge abnehmen. Dadurch können oft große Lasten gehoben werden. Man erzählt, daß, als der Pabst Sixtus der fünfte einen Obelisken in Rom aufrichten lies, und dieser schwere Stein nicht ganz auf das Postament gehoben werden konnte, weil die Stricke zu lang waren, so daß er wieder herabzufallen drohte, der Aufseher der Arbeit dadurch die Last bald an den bestimmten Ort gebracht habe, daß er die Stricke mit Wasser begiesen lies. — Große Steinmassen können auseinander gesprengt werden, wenn die dazwischen geschlagenen hölzernen Keile mit Wasser befeuchtet werden. — Bey anatomischen Untersuchungen kann man die Näthe eines hohlen Hirnschädels dadurch auseinander treiben, daß man ihn mit Erbsen anfüllt, und diese mit Wasser begieset, wodurch sie aufschwellen.

Hier:

Hierauf beruht auch, wie schon gesagt worden ist, die Auflösung fester Körper in flüssigen, wenn leztere starke Anziehungskraft gegen die erstern haben. So werden Stücke von Zucker oder andern Salzen bald feucht, wenn sie in ein wenig Wasser gelegt werden, weil dasselbe durch die Haarröhrchen eingezogen wird. Wenn mehr Flüssigkeit vorhanden ist, so wirkt dieselbe als Auflösungsmittel. Die feinen Theilchen desselben durchdringen ganz den festen Körper, so daß aller Zusammenhang seiner Theile zerstöhrt wird, und er den Zustand der Festigkeit verliert. Er vereinigt sich mit der Flüssigkeit zu einem neuen flüssigen Körper, der öfters an Farbe, Geschmack, Geruch, Durchsichtigkeit und andern Eigenschaften von dem erstern verschieden iste

Die wechselseitige Anziehungkraft der Substanzen, welche die Auflösung bewirkt, heißt die chemische Verwandschaft derselben; je leichter und stärker sich ein Körper mit einem andern vereinigt, desto größer ist die Verwandschaft. Es entstehen dadurch neue Körper, die wie schon gesagt worden, öfters ganz andere Eigenschaften haben, als die Körper, aus welchen sie zusammengesetzt sind. So wird z. B. Dinte aus Galläpfelextrakt und einer Auflösung

von

von Eisenvitriol erhalten. Blaue Pflanzensäfte mit einer Säure vermischt geben eine rothe Flüssigkeit. — Dadurch unterscheidet sich die chemische Zusammensetzung von einer blos mechanischen Mischung. Wird z. B. der Staub von verschiedenen Erdarten, oder von zerstoßenen Steinen durcheinander geworfen, so entsteht ein bloßes Gemenge, aber kein neuer Körper. Sand kann mit Wasser mechanisch vermengt, aber Salz darin chemisch aufgelöst und zu einem neuen Körper mit dem Wasser verbunden werden.

Eine vollständige Auflösung erkennt man daran, daß alle Theile des festen Körpers flüssig geworden sind, und also ihre vorige Form und Festigkeit verlohren haben: eine unvollkommene, wenn noch einige feste Theile in der Flüssigkeit herumschwimmen, oder auf dem Boden des Gefäßes liegen. — Das Auflösungsmittel nimmt nur einen bestimmten Theil von dem aufgelösten Körper in sich auf; das übrige bleibt unaufgelöst. Es heißt alsdann gesättigt. Wenn z. B. Wasser mit Salz, Kaffee mit Zucker gesättigt ist, so bleibt der Ueberrest auf dem Boden liegen. Die Sättigung erfolgt früher oder später, oder es wird alles aufgelöset, je nachdem sowohl die Verwandschaft

größer

größer oder geringer, als auch die Quantität der Flüssigkeit im Verhältniß gegen die Quantität des festen Körpers verschieden ist.

Zwischen zwei Körpern kann, so lange sie beide fest sind, keine chemische Verbindung statt finden. Nur wenn der eine, oder beide von Natur flüssig sind, oder durch Erhitzung in den Zustand der Flüssigkeit versetzt worden sind, wird diese Vereinigung zu einem neuen Körper erfolgen können, wenn die Anziehungskraft dazu hinlänglich stark ist. Man theilt daher die Auflösung ein in die auf dem nassen, und die auf dem trockenen Wege. Erstere wird durch eine Flüssigkeit bewirkt, ohne Beywirkung einer vermehrten Hitze. So wird z. B. Kampher in Brantewein, Gold oder Quecksilber in Königswasser, Silber in Scheidewasser ꝛc. auf dem nassen Wege aufgelößt. — Die Auflösung auf dem trockenen Wege geschieht, wenn zwei feste Körper durch das Feuer flüssig gemacht werden, um sich miteinander zu vereinigen, z. B. bey der Zusammenschmelzung von Zinn und Blei, Silber und Kupfer ꝛc.

Die Auflösungen der ersten Art werden befördert 1) durch Vermehrung der Oberfläche des aufzulösenden Körpers, z. B. durch Zerstoßung des Salzes in kleine Theile, weil es alsdann

von

von dem Auflösungsmittel in mehrern Punkten berührt wird; 2) durch Bewegung, Hin- und Herrütteln, wodurch die schon gesättigten Theile der Flüssigkeit weggebracht, und an deren Statt andere noch nicht gesättigte zur Berührung der festen Körpertheile gebracht werden; 3) auch meistens durch Erwärmung des Auflösungsmittels.

Wenn zwei Körper a und b keine starke Verwandschaft gegen einander haben, so daß sie allein sich nicht vereinigen können, so kann man die Vereinigung öfters durch Hülfe eines dritten Körpers c zu Stande bringen, der zu a und b eine stärkere chemische Verwandschaft hat. So z. B. löset reines Wasser keine Metalle und fettige Körper auf. Wenn es aber mit gewissen Säuren vermischt wird, so wird diese Mischung zur Auflösung der genannten festen Körper geschickt werden. — Oel und Wasser lassen sich nicht chemisch vereinigen: wird aber das erstere mit Laugensalz verbunden, so entsteht eine Seife, und diese läßt sich in Wasser auflösen, so daß nun eine chemische Vereinigung der drei Substanzen entsteht. Man nennt dieses eine Aneignung, und den dritten Körper c, der sich mit beiden a und b vereinigen kann, das Aneignungsmittel. In dem ersten Beyspiele

spiele war dieses die Säure, in dem andern das Laugensalz.

Wenn ein Körper aus zwei Substanzen, oder chemischen Bestandtheilen, a und b zusammengesetzt ist, wovon a das Auflösungsmittel, und b der aufgelößte Körper seyn soll, so kann man, da die Anziehungskraft nicht zwischen allen Körpern gleich stark ist, aus dieser Auflösung den aufgelößten Körper b wieder erhalten, wenn man einen dritten Körper c hinzuthut, der von dem Auflösungsmittel a stärker angezogen wird, als der zuerst aufgelößte Körper b. Alsdann läßt das Auflösungsmittel a den Körper b fahren, und verbindet sich mit c zu einem ganz neuen Körper. Es wird also b ausgeschieden, und fällt entweder zu Boden, als Niederschlag, (heißt Präcipitation), oder wenn b leichter ist, so steigt er in die Höhe (zuweilen verdampft er auch). So kann man z. B. in einer Auflösung des Kupfers in Vitriolsäure, das Kupfer durch Eisen niederschlagen. Denn dieses hat zur Vitriolsäure eine stärkere Wahlverwandschaft, (wie man sich auszudrücken pflegt), als das Kupfer. Daher verbindet es sich mit dieser Säure, und das Kupfer trennt sich davon. — Kreide in Scheidewasser aufgelößt wird durch ein Laugensalz nie-

derge-

dergeschlagen. — Queckſilber in Scheidewaſſer aufgelößt, wird durch Kupfer, Harz in Weingeiſt aufgelößt, durch Waſſer niedergeſchlagen. — Wenn zu einer Auflöſung von Seife in Waſſer eine Säure gegoſſen wird, ſo verbindet ſich dieſelbe mit dem Alkali oder Laugenſalz der Seife, und das Fett, ſchwimmt oben, als ausgeſchiedener Körper. — Auf dem trockenen Wege wird Queckſilber aus Zinnober geſchieden, wenn man dieſen mit Eiſenfeile vermengt und erhizt: denn alsdann verbindet ſich das Eiſen mit dem Schwefel, (der im Zinnober befindlich iſt), weil der Schwefel eine ſtärkere Verwandſchaft zum Eiſen hat, als zu dem Queckſilber. Man nennt dieſes die einfache Wahlverwandſchaft.

Eine doppelte Wahlverwandſchaft findet ſtatt, wenn zwei Körper, deren jeder mehrere ungleichartige Beſtandtheile hat, vermiſcht werden, und ein Beſtandtheil des einen hat gegen einen Beſtandtheil des andern Körpers eine ſtärkere Verwandſchaft; es entſtehet alsdann ein Tauſch, es erfolgen mehrere Trennungen und neue Verbindungen. Es beſtehe z. B. der erſte Körper aus m und n, und der zweite aus p und q, ſo können bey der Zuſammenmiſchung entweder m p und n q, oder m q und n p entſtehen. — Glauberſalz beſteht aus

Schwe-

Schwefelsäure (m) und mineralischem Laugensalz (n), salzsaure Kalcherde besteht aus salzigter Säure (p) und Kalcherde (q). — Bey der Zusammenmischung entsteht, aus der Verbindung von Schwefelsäure und Kalcherde, Gyps (m q), und aus der Verbindung des Laugensalzes mit der salzigten Säure, entsteht Kochsalz (n p).

Wenn die Abscheidung eines Stoffs aus einer Auflösung langsam und ungestöhrt geschieht, so bilden sich öfters Körper von regelmäsiger Gestalt, z. B. Prismen, Würfel ꝛc. Dieses ist die Krystallisation. Jede Art von Stoff, der zur Krystallisation geschickt ist, schieset in einer bestimmten Form seine Theilchen aneinander, welche sich nie abändert, welches man an dem Kochsalz, Salpeter, Alaun und so vielen andern Körpern bemerken kann. Die Anziehungskraft bildet diese Formen nach bestimmten Regeln. Auch wird zum Krystallisiren eine gewisse Quantität Wasser erfordert, welches mit den Theilen des festen Körpers auf das innigste verbunden wird. Man nennt es das Krystallisationswasser. Man erhält dasselbe in seiner flüssigen Gestalt zurück, wenn die Krystalle wieder aufgelöset werden; oder wenn man es denselben durch Destillation bey gelinder Wärme entzieht. Der vorher krystallisirte Stoff zerfällt

alsdann in ein loses Pulver, da er seines Bindungsmittels beraubt ist.

Die chemischen Bestandtheile, woraus die Körper bestehen, die durch Auflösung von einander geschieden, und aus welchen wieder neue Körper zusammengesetzt werden können, werden in *nähere* und *entferntere* eingetheilt. Bey der ersten Zerlegung des Körpers finden sich die nähern, die aber noch zusammengesetzt sind. Setzt man die Zerlegung fort, so erhält man endlich ganz gleichartige Stoffe, die weiter nicht mehr zerlegt werden können. Es sind dieses die lezten Grundstoffe der ganzen Körperwelt, (wenigstens gelten sie so lange dafür, als die Chemie kein Mittel hat, diese noch weiter aufzulösen).

Zu diesen einfachen Stoffen gehören erstlich solche, die sich nicht wiegen und in Gefäße einsperren lassen, z. B. Wärmestoff, Licht, electrische und magnetische Materie, welche auch *ätherische* Stoffe genennt werden; zweitens alle die andern, welche sich wiegen und in Gefäße einsperren lassen, z. B. Schwefel, Phosphor, Metalle, einfache Erden ꝛc. — Die Aufzählung dieser Stoffe, und die Untersuchung, aus welchen derselben sowohl organische als unorganische Körper zusammengesetzt sind, gehört

in

in die Chemie, und die weitere Beschreibung der Mineralien, Pflanzen und Thiere in die Naturgeschichte. Wir beschließen daher diese allgemeine Betrachtungen über die Eigenschaften der materiellen Substanzen überhaupt, und wenden uns zu besondern Untersuchungen über einzelne Stoffe, die nicht zu den sogenannten Naturalien gehören.

Fünfter Abschnitt.

Von der Luft.

Die Luft gehört zu den elastischen Flüssigkeiten. Diese unterscheiden sich vorzüglich dadurch vom Wasser, und andern tropfbaren Flüssigkeiten, daß sie sich stets auszudehnen streben, und in einen beträchtlich engern Raum zusammengepreßt werden können. Es mag daher eine größere oder geringere Quantität von Luft in einem verschlossenen Gefäße befindlich seyn, so wird sie vermöge ihrer Elasticität 1) das ganze Gefäß erfüllen, 2) nicht blos nach unten, sondern auch nach oben, und nach allen Seiten mit gleicher Stärke auf die Wände des Gefäßes drücken.

Sie ist eine sehr feine, durchsichtige Flüssigkeit, welche unsere Erde allenthalben, wie ein

Meer,

Meer, umgiebt. Von ihrem Daseyn überzeugen wir uns durch das Ein- und Ausathmen; durch den Widerstand, welchen die schnell bewegte Hand empfindet; durch Einschütten des Wassers in enge Bouteillen, da denn die eingeschlossene Luft herausdringt; aber auch durch große Zerstöhrungen, welche wir als Wirkungen der sehr schnell bewegten Luft wahrnehmen, wenn z. B. bey Sturmwinden starke Bäume umgerissen, Gebäude umgestürzt, auf Seen oder dem Meere große Wellen erhoben werden u. dgl.

Sie verliert weder durch vermehrte Hitze oder Kälte, noch durch Zusammenpressen ihre elastische Form. Das Wasser wird durch Verminderung der Wärme in einen festen Körper, in Eis, verwandelt: aber die Luft kann durch die größte Kälte nicht in einen tropfbar flüssigen oder festen Körper verwandelt werden. Daß ihre Elasticität auch durch große Zusammenpressung nicht vermindert, sondern sehr vermehrt wird, lehren manche Versuche, z. B. mit der Windbüchse (von der weiter unten). Ein englischer Gelehrter Nahmens *Hales* hatte sie in einer besonders dazu eingerichteten Compressionsmaschine in einen 1837mal kleinern Raum zusammengepreßt, als sie vorher eingenommen hatte: sie behielt aber dennoch ihre vorige Form.

Die

Die Luft durchdringt die meisten Körper, und findet sich daher in den feinen Zwischenräumen des Wassers, des Holzes und anderer Materien zuweilen in sehr beträchtlicher Menge.

Sie läßt sich einschließen in Gefäßen von Metall, von Glas, in Blasen u. s. w. Auch kann das Ausdringen der Luft aus Gefäßen durch kütten, leimen, verstopfen der Zwischenräume mit Leder, das in Oel getränkt ist, u. dgl. verhindert werden.

Die Theile der Luft lassen sich sehr leicht trennen. Dieses ist die Ursache, daß, wenn die Luft durch irgend eine Kraft gepreßt wird, sich dieser Druck auf alle Seiten hin gleichförmig fortpflanzt. Denn die aus ihrer Lage gedrängten kleinen Theilchen suchen eben sowohl auf die Seite, als nach unten hin auszuweichen, und drängen wieder andere Theilchen aus ihrem Platze. Wenn daher die Luft in ein Gefäß eingepreßt wird, so zerspringen die Seitenwände desselben, wofern sie nicht stark genug sind, dem Druck zu widerstehen, und zwar ehe, als der Boden, wenn dieser stärker ist.

Die Luft wird, so wie alle übrigen Körper, von der Erde angezogen, das heißt, sie ist schwer. (Hier ist nicht von ihrer eigenthümlichen Schwere oder Gewicht die Rede, wovon

weiter

weiter unten, sondern von dem Bestreben der Luft, sich allenthalben um die Erdrinde anzulegen). Ohne diese ziehende Kraft der Erde würde sich die Luft ins Unermeßliche ausdehnen, und ganz von der Erde verlieren. So aber bildet sie die Atmosphäre, in welcher Wolken, Nebel und andere specifisch leichtere Körper schwimmen, und durch deren Einfluß Thiere und Pflanzen gedeihen, das Feuer brennen ꝛc. kann.

Aus der Schwere der Luft ist begreiflich, warum die unteren Theile der Atmosphäre dichter, als die obern sind. Denn so wie in einer großen Masse von aufeinander liegender Wolle oder Federn die untern Schichten dichter zusammengepreßt, die obern lockerer liegen, so werden auch die zunächst an der Erde liegenden Luftschichten von den obern zusammengedrückt, und diese wieder von den noch höher liegenden. Die Dichtigkeit der Luft wird daher in dem Verhältniß abnehmen, als ihre Entfernung von der Erde zunimmt. Auf hohen Bergen wird sie weit dünner seyn, als in Thälern oder überhaupt nahe an der Oberfläche der Erde. Also wird ihre Elasticität oder ausdehnende Kraft nach eben diesem Verhältnisse verschieden seyn. — Man fülle z. B. ein Gefäß mit Luft in einer niedern Gegend, stopfe dieses wohl zu, und trage es auf

einen

einen hohen Berg. Wenn man es daselbst öfnet, so wird die eingeschlossene Luft mit Gewalt und mit einem zischenden Geräusche herausdringen, da sie dichter als die äussere Luft auf dem Berge ist, und sich nun mit dieser ins Gleichgewicht zu setzen strebt. Wird hierauf das mit verdünnter Luft angefüllte Gefäß wieder verstopft, herabgetragen und geöfnet, so wird die äussere dichtere Luft mit Gewalt hineindringen.

Hieraus läßt sich auch erklären, warum diejenigen Menschen, welche auf hohe Berge steigen, anfänglich eine gewisse Unbehaglichkeit und Aengstlichkeit empfinden, weil die eingeathmete dünnere Luft wegen des geringern Grades ihrer Elasticität weit weniger im Stande ist, die Lunge auszudehnen. Daraus entsteht öfters eine zu große Anhäufung des Blutes in der Gegend des Herzens, und daraus die unangenehmen Gefühle, welche durch das aufgehobene Gleichgewicht zwischen der dichtern, im Körper eingeschlossenen, und der äussern dünnern Luft noch vermehrt werden.

Da Druck und Gegendruck in der ganzen Natur einander gleich sind, so folgt, daß auch die Elasticität der untern Luft dem Druck der obern Luft das Gleichgewicht halten müsse. Auch wird die Elasticität der Luft durch den bloßen

Druck

Druck der obern, oder irgend einer andern Kraft, mag er auch noch so lange dauern, nicht im geringsten vermindert, so wie dieses wohl bey manchen andern elastischen Körpern, z. B. bey Stahlfedern, die eine geraume Zeit angespannt sind, der Fall ist.

Wie sehr die Elasticität durch stärkeres Zusammenpressen vermehrt werde, lehren mancherlei Erfahrungen. Wenn man z. B. ein leeres Trinkglas umkehrt, und in ein Gefäß voll Wasser eintaucht, so empfindet die Hand einen desto stärkern Gegendruck, je tiefer das Glas eingetaucht wird. Denn die noch innerhalb des Glases über dem Wasser befindliche Luft, die bey vergrössertem Drucke in einen engern Raum zusammengepreßt war, strebt, sich wieder in den vorigen Raum auszudehnen. Dieses geschieht auch, sobald der Druck der Hand nachläßt, worauf sich dann das Glas wieder erhebt.

Ein mit Luft angefüllter Schlauch, eine Blase voll Luft ꝛc. läßt sich zusammenpressen, und dehnt sich wieder aus, wenn der Druck nachläßt.

In eine Taucherglocke, welche an Seilen ins Wasser gelassen wird, dringt das Wasser nur auf eine gewisse Weite. Ueber demselben bleibt eine stark zusammengepreßte Luftschichte

stehen,

stehen, welche das weitere Eindringen des Wassers hindert. In dieser Luft kann der Taucher eine Zeitlang leben.

Auch die von Cartesius erfundene, und nach ihm genannten Cartesianischen Teufelchen bestätigen das Obige. Dieses sind kleine hohle gläserne Puppen, die nur eine Oefnung haben. Wenn man eine oder etliche derselben in ein gläsernes Gefäß mit einem engen Halse setzt, dieses Gefäß ganz voll Wasser giesst, und die Oefnung desselben mit einer Blase verbindet, so werden die hohlen Puppen darin schwimmen. Drückt man aber mit dem Daumen auf die Blase, so wird das Wasser in die Oefnung der Puppen eindringen, die darin befindliche Luft sich verdichten, so daß sie wegen vermehrter Schwere untersinken müssen. Läßt der Druck auf die Blase nach, so dehnt sich die Luft in den Puppen wieder aus, treibt das Wasser aus den Oefnungen, und sie steigen wieder in die Höhe. So kann man sie nach Belieben sehr geschwind bald steigen, bald sinken lassen.

Wenn man in einer starken Röhre, die unten verschlossen ist, die Luft durch einen von oben hinabgedrückten Stempel zusammenpreßt: so verstärkt sich der Widerstand der innern Luft immer mehr, je tiefer der Stempel eindringt.

(Die:

(Dieser muß aber sehr genau in die Röhre passen, und mit geöltem Leder umwickelt seyn). In eben dem Verhältnisse, als die Dichtigkeit der zusammengedrückten Luft zunimmt, vermehrt sich auch ihre Elasticität. — Man kann dieses auch folgendermaßen ausdrücken: Die Räume, in welche die Luft zusammengedrückt wird, verhalten sich verkehrt, wie die drückenden Kräfte. Wenn z. B. (Fig. 34) die Röhre a e = 8 Fuß, also die Hälfte a d = 4′, a c = 2′, a b = 1′, und es würden 20 Pfund Kraft erfordert, um die Luft von e bis d zu drücken, so würden 40 Pfund erfordert, um sie bis c, und 80 Pfund, um sie bis b zu pressen, weil der Raum jedesmal gegen den vorigen um die Hälfte vermindert wird. Dieses Gesetz der Natur wird bey großen Zusammenpressungen noch durch die Erfahrung bestätigt, und heißt nach seinem Erfinder Mariotte, das Mariottische Gesetz. — Wie weit die Zusammenpressung der Luft gehen könne, und ob bey einer sehr großen auch dieses Gesetz noch gültig sey, ist noch nicht bekannt. Sollte aber dieses der Fall seyn, so würde, wenn ein Loch auf viele deutsche Meilen weit in die Erde gegraben würde, in einer Tiefe von 11 bis 12 deutschen Meilen,

die

die Luft dichter als Gold seyn, so daß dieses darin schwimmen könnte (wie sich nach dem oben angegebenen Gesetze berechnen läßt).

Durch die Wärme wird die Elasticität der Luft vermehrt, durch die Kälte vermindert, wenn ihre Dichtigkeit ungeändert bleibt. Daher wird eine mit etwas Luft angefüllte und fest zugebundene Blase aufschwellen, wenn man sie an den heisen Ofen hängt, und endlich zerplatzen. Ein mit Luft angefülltes gläsernes Gefäß, welches ganz zugeschmolzen ist, wird, wenn es sehr erhitzt wird, zerplatzen. — Es läßt sich hieraus auch erklären, warum zwei Zimmer, welche durch eine Thüre Communication haben, und wovon das eine geheizt, das andere kalt ist, sobald einerlei Temperatur der Luft erhalten, wenn die Thüre geöfnet wird. Denn nun ströhmt die obere wärmere Luft aus dem heisen in das kalte Zimmer, und so wie Platz wird, geht unten durch die Thüre die kalte Luft in das heise Zimmer. Man kann dieses an einer Lichtflamme bemerken. Wenn man den Leuchter in den obern Theil der Thüre hält, so wird sie von dem Wind etwas nach der Seite des kältern Zimmers gebogen werden. Wird sie unten hin gehalten, so geschieht das Gegentheil.

Durch Erhitzung eingeschlossener Luft, und dadurch bewirkte Vermehrung ihrer Elasticität, wird die sogenannte Feuerfontäne (Fig. 35) zum Springen gebracht. Eine hohle gläserne Kugel fülle man durch die daran befindliche Röhre a b mit Weingeist, doch nicht ganz voll. Wenn die Röhre verstopft worden ist, so wird sie umgekehrt in den Fuß d gesetzt. Weil der Weingeist höher steht, als die Spitzen c der auf beiden Seiten hervorstehenden gekrümmten Röhren, so wird er aus denselben auslaufen. Wenn dieser angesteckt wird, so wird sich bald die Hitze nach innen verbreiten, die Luft in dem obern Theile der Kugel ausgedehnt werden, und dadurch der brennende Spiritus aus beiden Röhren mit Gewalt in die Höhe getrieben werden, welches bey Nacht ein angenehmes Schauspiel gewährt. — Man kann auch, um das Zerspringen zu verhüten, die Kugel mit den Röhren von Blech machen lassen.

Von dem Barometer.

Wenn man eine Glasröhre, die länger als 28 Zolle, und nur an dem einen Ende offen ist, mit Queckſilber füllet, und dann mit dem offnen Ende in ein Gefäß voll Queckſilber setzet, so sinkt dasselbe in der Röhre so weit herab,

daß

daß es noch ohngefähr 27 bis 28 Zolle hoch über der Fläche des Queckſilbers im Gefäße ſtehet. Oberhalb dem Queckſilber in der Röhre entſtehet ein luftleerer Raum, und zwar völlig luftleer, wenn das Queckſilber in der Röhre vorher ausgekocht worden iſt, ſo daß die in ſeinen Zwiſchenräumen befindliche Luft gänzlich herausgegangen iſt. — Von dem Erfinder dieſes Verſuchs, Torricelli, heißt die Röhre die Torricelliſche Röhre, und der obere luftleere Raum das vacuum Torricellianum.

Daß ſich das Queckſilber in der Röhre auf der angegebenen Höhe erhält, ohne herabzuſinken, dieſes kommt von dem Druck der Luft auf die Oberfläche des Queckſilbers im Gefäße her. Der Druck der Luft auf ein Stück von der Oberfläche des Queckſilbers, das der Grundfläche der Röhre gleich iſt, muß ſo groß ſeyn, als das Gewicht der 28 Zoll hohen Queckſilberſäule, weil er dieſem das Gleichgewicht hält.

Da das Waſſer ohngefähr 14mal ſpecifiſch leichter als Queckſilber iſt, ſo wird daſſelbe bey einem ähnlichen Verſuche ſich in einer hölzernen Röhre 14mal höher, alſo $14 . 28'' = 392''$ durch den Druck der Luft erhalten. (Da der Schuh $= 12''$, ſo wird das Waſſer ohngefähr 32 Schuh hoch ſtehen).

Hier-

Hieraus läßt sich der Druck der Atmosphäre auf eine Fläche von einem Quadratschuh berechnen, da er dem Gewicht einer Wassersäule von 32′ Höhe, und einer Grundfläche von einem Quadratschuh, gleich ist; das ist, der Druck der Atmosphäre auf die genannte Fläche ist dem Gewicht von 32 Cubikschuh Wasser gleich. Da ein Cubikschuh Wasser nach altem französischen Maase ohngefähr 70 Pfund wiegt, so ist dieser Druck gleich 32 . 70 Pfund = 2240 Pfund.

Da die Luft, wie schon oben gezeigt worden ist, auf die Seitenflächen und untere Fläche eines Körpers eben so stark drückt, als auf die obere, so wird sich nach dem so eben gefundenen Resultat der ganze Druck der Atmosphäre auf den Körper eines erwachsenen Menschen bestimmen lassen. Die ganze Oberfläche eines solchen Körpers hält ohngefähr 15 Quadratschuhe. Also ist dieser Druck der Luft gleich dem Gewicht von 15 . 2240 Pf. = 33600 Pfund. — Von dieser ungeheuern Last würde der Körper völlig zusammengepreßt werden, wenn ihr nicht durch die in dem Körper befindliche Luft entgegengewirkt würde. Diese hält wegen ihrer Elasticität der äussern Luft das Gleichgewicht, so daß sich Wirkung und Gegenwirkung gegeneinander aufheben, und nichts von dem äussern

Druck

Druck empfunden wird. — Ja dieses Gegengewicht von aussen ist zum Wohlseyn des Menschen sogar nothwendig. Denn woher kommt die Beängstigung und Erschlaffung der Reisenden auf hohen Bergen? zum Theil gewiß von dem verminderten Druck der dünnen Luft auf die äussere Fläche des Körpers, der dem Gegendruck der Luft in dem Innern des Körpers nicht genug widersteht. — Daher kam es auch, daß dem Herrn von Humbold und seinen Begleitern bey der Besteigung des Chimborasso das Blut aus den Lippen, Augen und Ohren drang.

Das Queckſilber in der Torricellischen Röhre steigt und fällt von Zeit zu Zeit etwas über oder unter den Stand von 28 Zoll, nachdem die Elasticität der Luft zu- oder abnimmt. Je reiner die Luft von Dünsten ist, desto elastischer ist sie, und desto mehr steigt das Queckſilber, und umgekehrt. — Wenn man die Torricellische Röhre auf einen Berg trägt, so wird das Queckſilber zu sinken anfangen, weil daselbst die Luft dünner wird, und daher weniger auf die Oberfläche des Queckſilbers im Gefäße wirkt. Aus dieser Ursache wird es immer tiefer in der Röhre sinken, je höher man auf den Berg steigt, und je dünner die Luft wird.

Weil

Weil die Versuche mit der Torricellischen Röhre nach der angegebenen Einrichtung unbequem sind, so hat man ein bequemeres Instrument erfunden, um den zu- oder abnehmenden Druck der Luft zu bestimmen. Dieses ist das Barometer, welches auf verschiedene Weise verfertigt wird.

Wir fangen mit den sogenannten Gefäßbarometern an (Fig. 36). Eine oben bey d zugeschmolzene, überall gleich weite Glasröhre wird unten gekrümmt, und daran ein kugelförmiges oder länglichtes Gefäß geblasen. Dieses behält bey e eine kleine Oefnung, damit die Luft auf das darin befindliche Queckſilber drücken kann. Die Röhre muß wohl gereinigt und getroknet, und das Queckſilber in derselben ausgekocht werden (indem man sie herumdreht, so daß d unten stehet). Hierauf wird das Barometer umgewendet, und über dem Queckſilber in der Röhre, welches 27 bis 28 Zoll hoch steht, wird, wie schon oben gesagt worden ist, der Torricellische leere Raum von c bis d stehen bleiben. — Von dem Stand des Queckſilbers in dem Gefäße, nämlich von der Linie a b, bis zu dem höchsten Stand des Queckſilbers in der Röhre bey dem Punkte c, muß die Höhe des Barometers gerechnet werden. Daher muß

das Gefäß um vielmal weiter, als die Röhre seyn, damit das Steigen und Sinken in dem Gefäße gegen das in der Röhre unbeträchtlich ist. Der Durchmesser der Röhre wird im lichten gewöhnlich $1\frac{1}{2}$ oder 2 Linien groß genommen. Wenn nun der Durchmesser des Gefäßes 10mal so groß wäre, so würde der Durchschnitt 100 mal so groß, als der der Röhre seyn, und wenn alsdann das Queckſilber in der Röhre um eine Linie steigt, so wird es im Gefäße nur um den hundertsten Theil einer Linie fallen, und umgekehrt. Dieses kann für nichts gerechnet werden. — Daher wird die Glasröhre auf einem Brette bevestigt, auf welchem von dem Punkte a an aufwärts eine in Zolle und Linien eingetheilte Skale gezeichnet wird. Der Punkt c, wo das Queckſilber in der Röhre steht, zeigt alsdann die Barometerhöhe in Zollen und Linien an. — Wenn noch ein Nonius in der Gegend von c angebracht ist, so kann man auch Theile einer Linie, z. B. Zehntel, angeben. Uebrigens muß das Barometer sehr genau senkrecht aufgehängt werden.

Der Punkt b wird, wie gesagt, bey dem Gefäßbarometer als ein fester Punkt angenommen, welches aber, wie aus dem Obigen erhellet, nicht ganz richtig ist. Daher hat man, um

diesen

diesen Fehler zu vermeiden, dem Barometer noch eine andere Form gegeben, welches wegen der Aehnlichkeit mit einem Heber das Heberbarometer genennt wird (Fig. 37). Die längere Röhre ist oben zugeschmolzen, die kürzere offen, beide sind von gleicher Weite, und auch überall völlig gleichförmig weit. So viel nun das Queckſilber in der längern Röhre steigt oder fällt, um eben so viel fällt oder steigt es in der kürzern. — Nun wird von einem Punkte c an in der Mitte des Brettes, woran das Barometer bevestigt ist, eine doppelte Skale gezeichnet, eine an der kürzern Röhre unterwärts von c nach a hin, die andere an der längern oberwärts von c nach b hin. Gesetzt das Queckſilber steht bey a 13″ 5‴ unter c, und bey b 13″ 8‴ über c, so ist die richtige Barometerhöhe von a nach b 27″ 1‴.

Wenn durch Veränderung des Windes, durch größere oder geringere Menge von Dünsten, durch Zersetzung verschiedener Luftarten, durch Wirkungen der Elektricität, und andere Ursachen in der Atmosphäre Veränderungen erzeugt werden, so steigt oder fällt das Barometer. Im ersten Falle, zumahl wenn es langsam steigt, wird das Wetter gewöhnlich anhaltend gut, und die Luft ist heiter; wenn es aber

langsam fällt, so findet häufig das Gegentheil statt. (Doch müssen daben noch manche andere Umstände, z. B. der Zug der Winde, in Anschlag gebracht werden). — Aus dieser Ursache nennt man die Barometer im gemeinen Leben auch Wettergläser. So wenig man sich bey Vorhersagung des Wetters allein auf den Stand des Barometers verlassen kann, so muß doch bey Wetterbeobachtungen immer auch darauf Rücksicht genommen werden. — Uebrigens sind die gewöhnlich zum Kaufe herumgetragenen Barometer mit gedruckten Zetteln, auf welchen das Wetter angegeben ist, in dieser Rücksicht unbrauchbar, und stimmen auch unter einander selbst nicht überein.

Wenn man mit einem Barometer an einem Berge aufsteigt, so wird das Queckſilber jedesmal ohngefähr um eine Linie fallen, so oft man 80 Fuß in senkrechter Richtung höher gekommen ist. Daher wird es auch zu Höhenmessungen gebraucht. (Diese Angabe ist nur beynahe richtig: eine genauere Bestimmung findet man in mathematischen Schriften über das Messen der Berge). — Gesetzt man hat an dem Fuße eines Bergs eine Barometerhöhe von 27″ 6‴, und findet auf dem Gipfel desselben nur 26″ 2‴, so ist es um 14‴ gefallen, welches

die

die Höhe des Berges ohngefähr 14 . 80′ = 1120′ giebt. — Es sey ein andermal das Queckſilber um 4 Zoll, das iſt um 48 Linien gefallen, ſo iſt die Höhe des Berges 48 . 80′ = 3840′. Um ſolche Barometer bequemer bey Höhenmeſſungen tragen zu können, legt man ſie in eine runde hölzerne Kapſel, die man verſchließen und mit einem ledernen Futteral zum Schutz gegen die Näſſe überziehen kann. Sie heißen alsdann Reiſebarometer.

Um den Stand des Barometers noch genauer zu beſtimmen, muß auch zugleich auf die Temperatur der Luft Rückſicht genommen werden. Denn durch die Wärme wird das Queckſilber etwas ausgedehnt, und das Steigen deſſelben wird nur zum Theil durch den Druck der Luft, zum Theil auch durch die Wärme bewirkt. Dieſes gilt auch von dem Falle bey Verminderung der Wärme. Es wird daher gewöhnlich auch ein Thermometer (von deſſen Einrichtung weiter unten) neben dem Barometer angebracht, mit einer von Lutz erfundenen Skale. Um wie viele Grade dieſes über einen gewiſſen Punkt ſteigt oder unter denſelben fällt, um ſo viel Zehentheile einer Linie muß die beobachtete Barometerhöhe vermindert oder vermehrt werden. Dieſes iſt bey Höhenmeſſungen beſonders von Bedeutung.

Zu

Zu Beobachtungen im Zimmer ist das Doppelbarometer von Huygen vorzüglich brauchbar, weil das Steigen und Fallen daran sehr bemerkbar wird, (Fig. 38). In der einen Röhre, welche sehr enge, bey c offen, und mit einer Skale versehen ist, befindet sich gefärbter Weingeist bis an a, wo ein weiteres Gefäß ist. Hier berührt der Weingeist das Queckſilber, welches von a durch die andere Röhre bis ins obere verschlossene Gefäß bey b stehet. Drückt nun die Luft durch c auf den Weingeist, so wird dieser fallen, und das Queckſilber bey b steigen, und umgekehrt. Da die offene Röhre sehr enge ist, so wird die Veränderung des Standes am Spiritus sehr bemerkbar seyn, wenn sich der Druck der Luft nur ein wenig ändert. (Zu bemerken ist, daß hier das Fallen einen vermehrten Druck anzeigt, und umgekehrt).

Wenn man lange Zeit an einem gewissen Orte den verschiedenen Stand des Barometers beobachtet, und von dem höchsten und niedrigsten Stande die Mitte nimmt, so hat man den mittlern Barometerstand an diesem Orte. Der Unterschied zwischen der größten und kleinsten Höhe heißt die Größe der Veränderung des Barometers. Es sey z. B. die größte Höhe 28″ 5‴, die kleinste 26″ 11‴, so ist der

mitt-

mittlere Stand 27″ 8‴, und die Größe der Veränderung 18‴ = 1″ 6‴.

Der Druck der Atmosphäre auf das Quecksilber im Barometer wird gleich groß seyn, man mag dasselbe in freier Luft oder in einem verschlossenen Zimmer aufhängen, (wenn die Temperatur der Luft nur nicht sehr verschieden ist, wodurch zwar nicht der Druck der Luft, aber doch der Stand des Barometers verändert wird). Denn da sich, wie schon oben bemerkt worden ist, wegen der Flüssigkeit der Luft der Druck, den die untern Theile der Atmosphäre von den obern erhalten, nach allen Seiten hin fortpflanzt: so wird die Luft in einem Zimmer, die doch stets in Communication mit der äussern Luft steht, eben so stark zusammengedrückt seyn, wie im Freien, und also auch mit gleich großem Grade der Elasticität auf das Barometer wirken.

Von der Luftpumpe.

Dieses Werkzeug hat Otto von Guerike, Burgermeister in Magdeburg in der Mitte des 17ten Jahrhunderts erfunden, und im Jahre 1654 in Gegenwart des Kaisers Ferdinand III. in Regensburg Versuche damit angestellt. Es ist besonders dazu geschickt, die Eigenschaften der Luft zu erforschen, und ist nachher von manchen

Physikern z. B. Robert Boyle, Hauksbee, Leupold, Smeaton, Cutberson, van Marum u. a. m. verbessert worden. — (Fig. 39). Eine starke metallene Röhre, (Cylinder oder Stiefel genannt) a b, in welcher ein sehr gut passender Kolben, aus geöltem Leder bestehend, entweder mit der bloßen Hand, oder durch Umdrehung eines in die geähnte Kolbenstange eingreifenden Stirnrads hin und hergeschoben werden kann, ist unten mit einer dünnen Röhre (der Communicationsröhre) b d verbunden, deren Oefnung e sich in einen metallenen Teller g f endigt, auf welchen eine gläserne, unten matt geschliffene Glocke h (der Recipient) gesetzt wird. In der kleinen Röhre ist ein Hahn c, welcher auf doppelte Art durchbohrt ist (Fig. 40). Steht er nach der ersten Art, so hat die Luft im Stiefel Communication mit der unter dem Recipienten, aber nicht mit der äussern. Steht er nach der zweiten Art, so hat die Luft im Stiefel Communication mit der äussern, aber nicht mit der unter dem Recipienten.

Wird der Hahn nach der ersten Art gestellt, und nun der Kolben von b bis a zurückgezogen, so verbreitet sich die Luft unter der Glocke in den Stiefel, wird also verdünnt, und

die

die äussere dichtere Luft drückt die Glocke fest an den Teller. (Der mattgeschliffene Rand macht sie luftdicht: man kann aber auch unter den Rand der Glocke auf den Teller noch einen runden Streifen von geöltem Leder legen). Nun wird der Hahn auf die zweite Art gestellt, der Kolben bis an b heruntergeschoben, und dadurch die Luft hinausgetrieben. Alsdann wird der Hahn wieder auf die erste Art gestellt, und auf die vorige Art verfahren.

Wenn die Glocke so viel Raum in sich fasset, als der Stiefel, so wird bey dem ersten Zuge die Luft um die Hälfte verdünnet, diese bey dem zweiten Zuge wieder um die Hälfte, und sofort bey jedem folgenden Zuge. Daraus ist klar, daß der Raum unter der Glocke nie völlig luftleer gemacht werden kann, ob sich gleich die Luft durch öfteres Auspumpen ausserordentlich verdünnen läßt.

Runde Glocken oder Kugeln können wegen ihrer gewölbten Form einen sehr großen Druck der äussern Luft aushalten, ohne zu zerspringen. Wollte man aber eine viereckigte Flasche oder ein Gefäß mit einer Blase bedeckt auf den Teller setzen, so würde diese bey dem ersten Zug des Kolbens von der äussern Luft zerdrückt werden.

Anstatt

Anstatt des Hahns könnte man auch zwei Ventile anbringen, das eine in den Boden des Stiefels, welches sich nach dem innern Raum des Stiefels hin öfnet, und das andere in den Kolben, welches sich nach der obern Mündung des Stiefels hin öfnet. Wird der Kolben von b zurückgezogen, so öfnet sich das erste, und die Luft verbreitet sich aus dem Raum der Glocke in den Raum des Stiefels. Wird der Kolben hineingeschoben, so schließt sich das Ventil im Boden des Stiefels, und das andere im Kolben öfnet sich, wodurch die noch im Stiefel befindliche Luft entweicht. — Uebrigens ist die Einrichtung mit dem Hahn den Ventilen vorzuziehen, weil sie sich bey dem schwachen Druck der sehr verdünnten Luft nicht mehr öfnen.

Die Luftpumpe dient auch zum Verdichten der Luft in einem runden Gefäße. Man schraube eine hohle metallene Kugel, die mit einer Röhre, (woran eine Schraubenmutter und ein Hahn befindlich ist), versehen ist, nach weggenommener Glocke auf den Teller g f an die mit einer Schraube versehene Oefnung e. Der Hahn c erhält, wenn die Luft verdichtet werden soll bey dem Einstoßen des Kolbens die erste Stellung, und ehe er wieder zurückgezogen wird, die zweite, damit neue Luft von aussen in den Stiefel drin-

gen

gen kann, wenn der Kolben zurückgezogen ist. Nachdem der Hahn die erste Stellung wieder erhalten hat, wird durch den zweiten Stoß die Luft in der Kugel noch mehr verdichtet. Dieses dauert so lange fort, als man will. Endlich wird der Hahn an der Röhre der Kugel zugedrehet, und die Kugel abgeschraubt.

Durch Versuche unter der fast luftleeren Glocke lassen sich die Sätze von der Elasticität und Schwere der Luft, und mehrere andere Eigenschaften derselben darthun.

1) Wenn man eine zugebundene Blase, in welcher noch etwas Luft ist, unter die Glocke legt, so wird dieselbe nach einigen Zügen aufschwellen. Ein darunter festgebundener Frosch wird dieselbe Erscheinung zeigen. Auch ein fast vertrockneter Apfel wird sich wieder ausdehnen, und alle seine Runzeln verlieren. Denn das Gleichgewicht zwischen der in diesen Körpern befindlichen, und der sie umgebenden sehr dünnen Luft, ist aufgehoben.

2) Ein ofnes Gefäß, worin Bier, Seifenwasser, Sauerteig ꝛc. ist, stelle man unter die Glocke. Nach Verdünnung der Luft dringt die in diesen Körpern befindliche Luft in vielen Blasen heraus. Denn der Widerstand der äussern Luft ist zu gering.

3) Die-

3) Dieses ist auch die Ursache, warum Wasser, welches auf 30 Grade nach dem Reaumurischen Thermometer erwärmt ist, in dem luftleeren Raume zu sieden anfängt. In freier Luft wird ein größerer Grad von Hitze dazu erfordert, weil die auf die Oberfläche des Wassers drückende Luft das geschwindere Aufwallen verhindert. (Auch auf hohen Bergen kocht das Wasser geschwinder).

4) In ein Gefäß mit Wasser werde ein specifisch leichteres Stück Holz gelegt, das mit gerade so vielem Blei verbunden ist, als nöthig ist, damit es auf den Boden des Gefäßes sinke. Wenn dieses Gefäß unter die Glocke gesetzt, und die Luft ausgepumpt wird, so werden kleine Luftbläschen aus dem Holze getrieben, hängen sich an dasselbe, uud vermindern dessen specifisches Gewicht. Es steigt also in die Höhe, und schwimmt auf dem Wasser, sinkt aber auch sogleich wieder unter, wenn die äussere Luft zugelassen wird.

5) Der Heber hört auf zu fließen.

6) Das Queckſilber im Barometer sinkt, und wenn die Luft ganz weggenommen werden könnte, so würde es bis zu gleich hohem Stande in beiden Röhren fallen.

7) Es

7) Geflügelte Thiere können unter der luftleeren Glocke nicht fliegen.

8) Glöckchen und Sackuhren geben keinen Ton mehr.

9) Körper von sehr verschiedenem specifischen Gewichte, z. B. ein Stück Metall und eine Feder, die man vermittelst einer gewissen Vorrichtung unter einem hohen Recipienten zusammenfallen läßt, fallen mit gleicher Geschwindigkeit auf den Boden, weil dem leichtern hier keine Luft widersteht, die ihn zurückhalten könnte.

10) Ein Licht verlöscht, Schiespulver zündet nicht unter einer luftleeren Glocke.

11) Thiere sterben, warmblütige bald, kaltblütige, wie z. B. Frösche, Fliegen, und andere Insekten, später. (Die Ursache von dieser und der vorhergehenden Erfahrung wird weiter unten angezeigt werden).

12) Wird eine an beiden Seiten offene metallene oder gläserne Röhre, statt der Glocke, über die Oefnung des Tellers gesetzt, und oben darauf ein halber Apfel gelegt, so wird dieser bey dem ersten Zug der Luftpumpe zerschnitten, und ein Theil fällt mit Gewalt in die Röhre.

Otto von Guerike hat auch die sogenannten Magdeburgischen Halbkugeln erfunden.

funden. Er legte zwei hohle starke metallene Halbkugeln, von einem Fuß im Durchmesser, genau zusammen, belegte die breiten Ränder derselben, die aufeinander paßten, mit nassem Leder, schraubte die mit einem Hahn versehene Röhre der Kugel auf die Luftpumpe, pumpte die Luft heraus, schraubte den Hahn zu, und nahm diese luftleere Kugel von der Luftpumpe ab. Die Halbkugeln hiengen nun so fest zusammen, daß sie mit 16 Pferden, die an die daran befindlichen Ringe gespannt waren, auseinander gerissen werden mußten. Es verursachte dieses einen Knall, gleich einem Kanonenschuß: weil die äussere Luft in den geöfneten luftleeren Raum mit der äussersten Heftigkeit von allen Seiten zuströhmte.

Aus dem Druck der Luft lassen sich noch manche andere Erscheinungen, und die Wirkungen verschiedener Werkzeuge und Maschinen erklären, wovon hier einiges angeführt werden soll.

Wenn man ein Trinkglas ganz voll Wasser füllt, mit einem Pappdeckel oder starken Papier bedeckt, die Hand darauf legt, und nun umkehrt, so wird, wenn die Hand weggethan wird, das Papier am Glase hängen bleiben, und nichts vom Wasser auslaufen, weil die von unten drückende Luft das Papier festhält.

Man

Man hat Dintenfässer, welche, wenn sie umgeworfen werden, nichts verschütten. In der Mitte ist eine Vertiefung, und darin eine enge Oefnung, wodurch die Dinte in die Höhe steigt, welche durch eine andere Oefnung eingegossen worden ist, so daß der ganze innere Raum des Dintenfasses voll ist. [Diese leztere Oefnung wird hernach verstopft]. Wird nun die Dinte nach und nach verbraucht, so entsteht über derselben ein luftleerer Raum. Daher hält der Druck der äussern Luft auf die Oefnung die Dinte zurück, so daß sie nicht herauslaufen kann, wenn auch das Dintenfaß umgewendet wird.

Aus einem ganz vollen Fasse, dessen Spunden wohl zugeschlageu ist, lauft nichts heraus, wenn neben eine Oefnung gemacht wird, z. B. wenn der Zapfen am Krahnenloch ausgeschlagen wird, weil die von der Seite drückende Luft dem Gewicht der Flüssigkeit im Fasse widersteht. — Sobald aber das Spundloch geöfnet wird, so heben sich Druck und Gegendruck der untern Luft wechselseitig auf, und der Wein wird durch nichts gehindert, vermöge seiner Schwere herauszulaufen.

Daher macht man ein kleines Loch in den Deckel einer Thee: oder Kaffeekanne, weil ohne dieses, wenn sie ganz vollgefüllt wäre,

bey

bey Umdrehung des Krahnens nichts herauslaufen würde.

Aus dem Druck der Luft läßt sich das Athemhohlen, das Saugen, Tabakrauchen u. dgl. erklären. Wenn durch Ausdehnung der Muskeln und Ribben die Brusthöhle erweitert, und dadurch die in den Lungen befindliche Luft verdünnt wird: so ströhmt die dichtere äussere Luft durch die Oefnungen der Nase und des Mundes ein, um das Gleichgewicht wieder herzustellen. — Wenn dagegen die Brusthöhle verengt wird, so muß die dichtere innere Luft ausströhmen. — Wird durch das Saugen des Mundes an einer Röhre die Luft darin verdünnt, so drückt die dichtere äussere Luft auf die Flüssigkeit, worin das andere Ende der Röhre befindlich ist (oder in einer Tabakspfeife auf den Rauch) und stößt sie in die Röhre aufwärts. Also wird das Wasser oder der Rauch nicht herbeygezogen, sondern durch die Luft herbeygestoßen.

Dieses ist auch der Fall bey dem Saugheber (Fig. 41). Wenn bey a gesaugt wird, so stößt die Luft, welche auf die Oberfläche des Wassers bey b drückt, dasselbe in die Höhe bis c. Dan sinkt es vermöge seiner Schwere nach a. Weil c a länger als c b ist, so ist das Wasser

in

in jenem Schenkel schwerer, als in diesem, und lauft nun bey a wegen seines Gewichts aus. Dieses dauert fort, so lange bey b Wasser genug vorhanden ist, daß immer neues nachgestossen werden kann. Wären die beiden Schenkel gleich lang, so daß bey d das Ende wäre, so würde durch das Saugen zwar das Wasser von b nach c, und von da nach d fließen, aber daselbst nicht auslaufen können. Denn die Wassermassen in c b und c d sind an Gewicht gleich, und werden auch von gleichem Luftdruck auf die beiden Oefnungen gehalten. — Dieses ist überhaupt der Fall, wenn die Oefnungen beider Schenkel in einer und derselben horizontalen Linie liegen. — Uebrigens ist aus dem Obigen klar, daß die Höhe b c an einem Heber nicht über 32 Fuße gehen darf, weil sonst der Druck der Atmosphäre die Flüssigkeit nicht bis an c hinauf stoßen kann.

Auch eine Saugpumpe darf nicht über 32′ hoch seyn (Fig. 42). Sie besteht aus einer Saugröhre, welche im Wasser steht, und einer mit jener verbundenen weitern Röhre, der Stiefel genannt. In lezterer geht der Kolben auf und ab. Zwischen beiden Röhren liegt das Ventil b, welches sich in die Höhe öfnet. Der Kolben ist ebenfalls mit einem sich in die

Höhe öfnenden Ventile a versehen. Wenn der Kolben in die Höhe gezogen wird, so wird über dem Ventil b ein luftleerer Raum entstehen, die Luft in der Saugröhre drückt das Ventil b auf, und verbreitet sich in den Stiefel. Dadurch bekommt die äussere Luft das Uebergewicht, und drückt das Wasser nach. Wenn der Kolben niedergelassen wird, so drückt sich das Ventil b zu, und das Ventil a im Kolben öfnet sich, wodurch die Luft zum Theil weggeht. Bey den folgenden Zügen wird die Luft immer mehr verdünnt, bis endlich das Wasser in den Stiefel steigt, und dann bey fortgesetzten Pumpen durch das Ventil a über den Kolben steigt, wo es vermittelst des Kolbens bis an die Oefnung bey c gehoben wird, aus der es sich ergieset.

Die Feuerspritze hat eine ähnliche Einrichtung (Fig. 43), nur daß im Kolben kein Ventil, und neben am Stiefel eine krumme Röhre befindlich ist. Wenn das Wasser über das Ventil a gehoben ist, so wird der Kolben niedergelassen, das Ventil a wird durch das Wasser zugedrückt, und dieses in die Nebenröhre gewaltsam gepreßt. Dort öfnet sich das Ventil b, welches verhindert, daß das Wasser bey Aufziehung des Kolbens nicht wieder zurückfallen

kann.

kann. An der Nebenröhre ist ein langer Schlauch bevestigt, durch welchen das Wasser mit Gewalt gespritzt wird. Wenn zwei solche Stiefel (mit dem Zugehörigen) verbunden sind, so kann die Kolbenstange niedergehen, wenn die andere in die Höhe geht, und dadurch ein beständig fliessender Wasserstrahl erhalten werden.

Der Schröpfkopf, welcher über ein Licht gehalten wird, wodurch die Luft innerhalb verdünnt wird, hängt durch den Druck der dichtern äussern Luft fest an der Stelle der Haut, wo er hingesetzt wird. Durch die kleinen Oefnungen, welche vorher in der Haut gemacht worden sind, wird durch die Luft, welche um den Schröpfkopf auf die Haut drückt, das Blut in den fast luftleeren Raum gepreßt.

In den Windöfen mit langen Röhren entsteht ein Luftzug von unten, indem durch das Feuer die Luft in der Röhre verdünnt wird. Wie sehr durch das Einströhmen der kältern und dichtern Luft das Feuer vermehrt wird, wird in der Folge gezeigt werden. Vorzüglich vortheilhaft ist ein solcher Luftzug bey den Hohöfen in Eisenschmelzwerken. Je höher die Röhre gemacht werden kann, so daß sie noch mit erhitzter Luft, die wegen ihres geringern specifischen Gewichts in die Höhe steigt, erfüllt

ist, desto heftiger ströhmt von unten die kalte Luft nach. — Auch in den Argandischen Lampen bewirkt der Luftzug, daß die Flamme heller, ohne Rauch und Ruß brennt.

Die Windbüchse besteht aus einem hohlen metallenem Gefäße, der Windkammer, und einer daran geschraubten Röhre. Die Luft wird vermittelst einer Pumpstange in der Windkammer verdichtet, ohngefähr auf die Art, wie oben bey der Verdichtung der Luft durch die Luftpumpe gezeigt worden ist. Diese verdichtete Luft thut die Wirkung des Schießpulvers auf eine Kugel in der Röhre, wenn das Ventil durch eine gewisse Vorrichtung geöfnet wird, und ein Theil der Luft mit großer Gewalt herausdringt. Mit einer guten Windbüchse, in welcher die Luft sehr verdichtet ist, kann man 20 und mehrmal schießen, ohne sie aufs neue zu laden.

Der Blasebalg hat ein Ventil zur Seite, das sich nach innen öfnet, wenn er aufgezogen, und dadurch die innere Luft im erweiterten Raume verdünnt wird. Nun ströhmt die äussere Luft durch das Ventil hinein. Beym Zusammenpressen des Blasbalgs schließet sich das Ventil, und die Luft ströhmt durch die Röhre aus.

Wenn

Wenn man einen Stechheber (Fig. 44) in ein Gefäß voll Wasser ganz eintaucht, die obere Oefnung mit dem Daumen verschließet, und ihn alsdann heraushebt, so wird aus der untern Oefnung nichts herauslaufen, (weil die Luft von unten allein drückt, aber von oben nicht), bis der Daumen weggethan wird, und alsdann das Wasser wegen seiner Schwere herabsinkt.

Der Zaubertrichter (Fig. 45) ist auch eine Art von Stechheber, die ineinander steckenden Trichter haben bey a kleine Oefnungen, und oben am Griff eine bey d. Wenn durch Einstecken des Trichters sowohl der innere, als auch der zwischen beiden befindliche Raum gefüllt ist, so hält man unvermerkt die Oefnung bey d zu. Alsdann wird nichts herauslaufen, bis man den Finger davon wegthut.

Man hat auch einen Zauberbecher, oder Vexirbecher (Fig. 46). In dem Rand desselben ist eine Röhre die oben und unten offen ist. Diese ist mit einer andern Röhre umschlossen, die nahe am Boden eine Oefnung hat. Wird dieser Becher halb voll geschüttet, so lauft nichts aus: wird er aber ganz voll gefüllet, so lauft er ganz bis auf den Boden aus. Denn in der communicirenden Röhre steigt der Wein

so hoch als im Becher. Hat er die Höhe von der oben und unten offenen innern Röhre, so lauft er durch dieselbe fort, eben so wie bey dem gewöhnlichen Heber, indem die Luft immer neuen Vorrath nachdrückt.

Der Heronsbrunnen (Fig. 47) von einem gewissen Heron aus Alexandrien erfunden, besteht aus zwei Gefäßen, A und B. Das obere hat eine schüsselförmige Vertiefung, in welcher eine Oefnung a ist. Durch diese gieset man Wasser in das Gefäß a so lange bis dasselbe die Oefnung b der Röhre b c erreicht. Nun verstopft man die Oefnung a, und gieset Wasser in die Schüssel. Dieses lauft durch die Röhre e d in das untere Gefäß, drückt die darin befindliche Luft zusammen, und treibt sie durch die Röhre c b in das Gefäß A. Hier drückt sie auf das darin befindliche Wasser. Dieses hat keinen andern Ausweg, als durch die Oefnung f der dritten Röhre, die nahe an den Boden geht, und sich über die Schüssel erhebt. Aus der engen Oefnung g wird dann das Wasser so lange herausspringen, bis fast nichts mehr im Gefäße A ist. Es fällt in die Schüssel, und lauft durch e d ins untere Gefäß B. So kommt also nach und nach das Wasser aus dem obern in das untere Gefäß. Wenn das Sprin-

gen

gen des Wassers aufhört, so wird der Herons-brunnen herumgewendet, so daß es durch c b wieder ins Gefäß A lauft.

Man findet das Gewicht einer gewissen Quantität Luft, wenn man den Raum einer hohlen metallenen Kugel ausrechnet, diese, welche mit Luft erfüllt ist, an einer Oefnung mit einem Hahn verschließet, hierauf dieselbe wiegt, dann nach der oben beschriebenen Methode die Luft auspumpt, den Hahnen wieder verschließet, und nun auch die luftleere Kugel wiegt. Der Unterschied zwischen dem ersten und lezten Gewicht giebt das Gewicht der Luft in dem Raume der Kugel. Da man die Größe dieses Raumes in Cubikfußen und Cubikzollen weiß, so findet man leicht, wie schwer ein Cubikfuß oder Zoll Luft ist.

Ein Cubikfuß atmosphärischer Luft wiegt ohngefähr 600 Gran köllnisches Gewicht, das ist 10 Quint, oder $2\frac{1}{2}$ Loth. Da der Cubikfuß Regenwasser ohngefähr 70 Pfund wiegt, oder 2240 Loth, so verhält sich das specifische Gewicht des Wassers und der Luft, wie 2240 : $2\frac{1}{2}$, oder wie 4480 : 5, oder 896 : 1, also fast wie 900 : 1. In runden Zahlen setzt man das Verhältniß gewöhnlich wie 1000 : 1, das

heißt,

heißt, die atmosphärische Luft ist ohngefähr tausendmal leichter, als Regenwasser.

Was noch leichter ist, als Luft, steigt in derselben in die Höhe, und wird von ihr getragen, z. B. Dünste, Wolken, Luftballons die mit leichterer Luft, als die atmosphärische, (nämlich brennbarer, von der unten noch mehr vorkommen wird) gefüllt sind u. dgl. so wie manches Holz, Stroh, Federn ꝛc. im Wasser schwimmen, weil sie specifisch leichter sind, als das Wasser.

Auch die specifisch schwerern Körper, als Luft, verlieren etwas an ihrem Gewicht, wenn sie in derselben gewogen werden. (Man würde daher das Gewicht eines Körpers am genauesten finden, wenn man ihn in einem luftleeren Raum wiegen könnte). Jeder Körper, der in eine Flüssigkeit, sey es Wasser oder Luft oder eine andere, eingetaucht ist, verliert an seinem Gewicht so viel, als die Masse der Flüssigkeit wiegt, die so groß ist, als der Körper. (Dieses Naturgesetz ist im dritten Abschnitt weiter erläutert und bewiesen worden). Daher wird ein größerer Körper mehr Gewicht in der Luft verlieren, als ein kleinerer. Wenn es sonst nicht unbequem wäre, Säcke mit Wolle oder Federn ausgedehnt und locker zu tragen, so würde dieses wenigstens

darum

darum für den Träger nützlicher seyn, als wenn er sie in einen engen Raum zusammengeschnürt tragen wollte, weil sie bey größerer Ausdehnung mehr von ihrem Gewicht in der Luft verlieren. Es sey der Inhalt des lockern Körpers = 100 Cubikfuß, dagegen wenn er zusammengeschnürt ist nur 20 Cubikfuß. So verliert er in der leztern nur 50 Loth, also im erstern Falle 200 Loth, ohngefähr 6 Pfund mehr. So viel weniger hat man also zu tragen.

Aus Obigem fließt, daß ein und derselbe Körper in dichterer Luft mehr an seinem Gewicht verliert als in dünner. Da nun die Dichtigkeit der Atmosphäre bald größer bald geringer ist, so hat man ein Werkzeug erfunden, um die Veränderungen der Dichtigkeit der Luft zu bestimmen. Dieses heißt das Manometer, und ist auch von Otto von Guerike erfunden worden. Man nimmt eine große hohle verschlossene gläserne Kugel, hängt diese an den einen Wagebalken einer sehr empfindlichen Wage. An den andern ein kleines Gewicht von Metall, bis beide im Gleichgewicht stehen. (Klein muß dieses seyn, damit der Verlust seines Gewichts in der Luft im Verhältniß gegen den Verlust des Gewichts der Kugel unbeträchtlich ist). Nun wird die Kugel bald sinken, bald steigen, nachdem

dem die atmosphärische Luft dünner oder dichter ist (weniger oder mehr trägt). Diese Veränderungen kann man nach den Graden eines metallenen Cirkelbogens, an welchen das Züngelchen der Wage spielt, bestimmen. Man kann dieses aber auch durch die Wegnahme oder Zulage kleiner Gewichte, wodurch das verlohrne Gleichgewicht wieder hergestellt wird. — Man hat durch das Manometer gefunden, daß in unsern Gegenden bey großer Hitze die Luft ein oder etliche Zotel dünner, bey großer Kälte aber ein Zotel dichter ist, als bey mittlerer Temperatur.

Vom Schalle.

Die Empfindung, welche wir Schall nennen, entstehet, wenn ein elastischer Körper durch einen Stoß, Schlag, Anstreichen u. dgl. in zitternde Bewegung versetzt wird. Wenn man einen solchen Körper, so lange der Schall dauert, mit dem Finger berührt, so kann man die zitternde Bewegung desselben wahrnehmen. Diese Bewegungen werden auch Schwingungen genennt. Sie sind Ursache von Schwingungen der den Körper umgebenden Luft, und diese wieder von Schwingungen entfernter liegender Lufttheilchen u. s. w. Wenn sich diese Bewe-

gung

gung so weit verbreitet, daß sie unser Ohr erreicht, so entstehet in der Seele die sinnliche Wahrnehmung des Schalles.

Jede schnelle Ausdehnung oder Zusammenpressung der Luft verursacht diese Empfindung, z. B. das Klatschen einer Peitsche, gewaltsames Pressen der Luft durch eine enge Oefnung (wie bey Blasinstrumenten), Losplatzen eines Gewehrs, des Knallpulvers ꝛc. Das Zersprengen einer mit Luft gefüllten Blase, das Zerbrechen einer luftleeren gläsernen Kugel, worauf die sie umgebende Luft plözlich in den leeren Raum dringt. (Daher entstehet auch der starke Knall bey dem Auseinanderreißen der Magdeburgischen Halbkugeln, siehe oben).

Man kann diese zitternde Bewegung der Luft mit einer ähnlichen vergleichen, die im Wasser entsteht, wenn man einen Stein hineinwirft. Um denselben bildet sich eine kreisförmige Welle, diese verursacht einen zweiten grössern Kreis, und so fort immer größer, bis endlich die Bewegung ganz aufhört. Die Wassertheilchen werden nicht wirklich von ihrer Stelle bewegt, sondern die im kleinsten Kreise werden vermöge ihrer Elasticität zusammengepreßt; indem sie sich wieder ausdehnen, drücken sie auf die zunächst liegende. Dieses wellenförmige Verdichten

dichten und Verdünnen der Wassertheilchen geht durch alle folgende immer größer werdende Kreise fort. — Auf dieselbe Art pflanzen sich die Schwingungen in der bewegten Luft fort. Die Lufttheilchen verändern ihren Ort nicht, sondern sie werden zusammengedrückt, und weil sie elastisch sind, so dehnen sie sich sogleich wieder aus, und drücken die nebenliegenden Theilchen zusammen, diese die folgenden u. s. w.

Daß hier keine fortströhmende Bewegung der Luft statt findet, kann auch dadurch gezeigt werden, weil eine Lichtflamme, welche nahe neben eine starktönende Glocke gehalten wird, sich nicht bewegt. — Bey einem wirklichen Fortströhmen würde auch bey mehrern, zu gleicher Zeit entstehenden Schällen eine Bewegung die andere stören, und blos ein verwirrendes Geräusch entstehen. Wir unterscheiden aber sehr gut die einzelnen Töne vieler Instrumente, die bey einem Concert zugleich das Ohr berühren. Es findet also keine Verwirrung unter so vielen sich durchkreuzenden Schwingungen statt. — Auch dieses läßt sich durch obigen Versuch mit dem Wasser erläutern. Wenn man zu gleicher Zeit mehrere Steine nicht weit von einander in einen stillstehenden See wirft, so werden die daraus entstehenden kreisförmigen Wellen sich nicht wechsels-

felsweise zusammenpressen, oder stören, sondern jede wird sich ohne Verwirrung der andern ausbreiten, so daß die um den einen Stein entstehenden Kreise die um den andern schneiden.

Bey dem Schalle und seinen verschiedenen Modificationen muß man sehen 1) auf den elastischen Körper, welcher durch seine zitternde Bewegung die erste Ursache davon ist; 2) auf das Mittel, oder die Materie, die den Schall fortpflanzt, welches vorzüglich die Luft (aber auch öfters ein anderer Körper) ist; 3) auch die Art, wie der Schall auf unser Gehör wirkt.

Es ist nicht nöthig, daß der ganze Körper, welcher einen Schall erregt, hin und her schwinge, wie eine Saite oder Stahlfeder, sondern nur, daß seine Theile eine schwingende Bewegung annehmen. Und dieses geschiehet desto leichter, je elastischer der Körper ist, wie z. B. Glas, Elfenbein, hartes Metall, trockenes Holz. Da jeder Körper einigermaßen elastisch ist, selbst das Wasser und andere tropfbare Flüssigkeiten nicht ausgenommen, so werden sie bey Bewegung ihrer Theile alle ein mehr oder weniger hörbares Geräusch verursachen (wenn wir dieses auch nicht immer Schall zu nennen pflegen). Tuch, Teppiche u. a. d. weiche, wenig elastische Kör-

per

per geben nur einen geringen Schall, und dämpfen den von andern mehr elastischen Körpern.

Daß die Luft das Mittel ist, wodurch der Schall von solchen Körpern, die blos von ihr umgeben sind, fortgepflanzt wird, ist eine unbezweifelte Wahrheit. Schon oben ist erwähnt worden, daß man keinen Schall hört, wenn man ein Glöckchen frei unter die luftleere Glocke der Luftpumpe hängt, und es durch Bewegung zum Anschlagen bringt. Wenn aber der bewegte Körper den Teller der Luftpumpe berührt, so wird durch diesen ein leiser Schall fortgepflanzt, welchen man hört, wenn man das Ohr daran legt.

Auch viele andere Körper sind zur Fortpflanzung des Schalles geschickt, und dieses mehr oder weniger nach dem größern oder geringern Grade der Elasticität. Wenn man z. B. das Ohr an das eine Ende eines langen trockenen tannenen Balkens hält, an dessen anderm Ende Jemand leise mit einer Nadel krazt, so hört man dieses sehr vernehmlich, obgleich die, welche wenige Schritte davon stehen, nichts davon hören. — Wenn man eine tönerne Tabakspfeife, Stäbchen von Eisen oder Holz ꝛc. zwischen den Zähnen hält, und das andere Ende auf den Resonanzboden eines Klaviers legt, so hört man die Töne

weit

weit stärker. — Dieses ist auch ein Mittel für Harthörige, wenn sie das andere Ende auf einen Kessel legen, um den, der in den Kessel hineinspricht, leicht zu verstehen. — Wenn eine Scheere oder eiserner Stab an einen Faden gebunden wird, den man zwischen den Zähnen hält, und frei schwebend gegen einen Stab schlägt, so hört man ein starkes Getöse. — Um ein fernes Geräusch, z. B. Kanonendonner, deutlicher zu vernehmen, als andere, die aufrecht stehen, darf man nur sein Ohr auf die Erde legen. — Ueberhaupt pflanzt die Erde, besonders lange Striche von Gebirgen, Felsmassen ꝛc. den Schall oft besser fort, als die Luft, welches durch viele Erfahrungen, besonders in Kriegszeiten, bestätigt werden kann, wo man öfters auf 20 bis 30 Stunden Wegs den Knall des Geschützes hört. — Selbst das Wasser pflanzt den Schall auf einige Weite fort. Ein Taucher hört einige Schuhe unter der Oberfläche des Wassers noch das Rufen der am Ufer stehenden Menschen: 10 bis 12 Schuh tief hört er noch einen Flintenschuß. Ein Glöckchen unter dem Wasser [selbst wenn es zuvor durch Auskochen luftleer gemacht worden ist,] geläutet wird auswärts gehört. — Warum hören wir in einem verschlossenen Zimmer das Geräusch auf

der

der Straße? Weil auſſer der Luft auch die elaſtiſchen Wände und Fenſter den Schall noch immer fortpflanzen, und alſo zur Verbindung der Schwingungen der äuſſern und innern Luft dienen.

Die Stärke oder Schwäche des Schalls hängt ab 1) von der Heftigkeit der Schwingungen, 2) von dem Grade der Elaſticität des bewegten Körpers, 3) von der Größe der Luftmaſſe, die in Bewegung geſetzt wird. Wegen der leztern Urſache wird der Schall in dichterer Luft vermehrt, und umgekehrt. Daher wird, wenn alle übrige Umſtände gleich ſind, eine Glocke bey heiterer trockener Luft heller tönen, als bey feuchter, weniger elaſtiſcher Luft.

Der Schall braucht einige Zeit, um von dem in Schwingung geſetzten Objekte in unſer Ohr zu kommen. Daher hört man den Knall einer in einiger Entfernung abgebrannten Kanone mehrere Secunden oder Minuten ſpäter, als man das Feuer ſieht, weil das Licht in ſo geringer Entfernung den Raum in unendlicher Geſchwindigkeit durchlauft. — Den Donner hört man bey einem Gewitter ſpäter, als man den Blitz wahrnimmt. Die Urſache dieſer allmähligen Fortpflanzung iſt in dem fortſchreitenden wel-

lenför-

leuförmigen Stoßen und Rückstoßen der Lufttheilchen zu suchen.

Man hat viele Versuche angestellt, um die Geschwindigkeit des Schalls, d. i. den Weg zu finden, den er in einer Secunde zurücklegt. Nach genauen Secunden- und Tertien-Uhren läßt sich die Zeit, welche zwischen dem Abbrennen eines Gewehrs, und dem Augenblick, worin man den Knall hört, verfließet, bestimmen, und wenn darauf die Entfernung gemessen wird, auch der Raum in Schuhen finden, den der Schall in 1 Sec. durchlauft. Die darüber angestellten Versuche haben zwar kein völlig übereinstimmendes Resultat gegeben; aber nach den genauesten läßt sich ziemlich zuverlässig annehmen, daß der Schall in 1 Sec. 1038 bis 1040 Pariser Fuß durchlauft.

Diese Geschwindigkeit ist bey Tag und Nacht, bey Regen und Sonnenschein gleich. Auch die Stärke oder Schwäche des Schalls ändert nichts an seiner Geschwindigkeit. Nur der Wind verursacht einige Veränderung. Wenn er von dem schallenden Objekte herwehet, so vermehrt er die Geschwindigkeit ein wenig (etwa 18 bis 20 Fuß auf 1 Sec.), und im umgekehrten Falle vermindert er dieselbe um etwas. Daß auch von der verschiedenen Temperatur der Luft

einiger Unterschied der Geschwindigkeit des Schalles herkomme, wollen einige Naturforscher behaupten. Von diesem allem abgesehen, können wir die Zahl 1040 im Durchschnitt als richtig ansehen.

Hierauf gründet sich eine Methode, die ohngefähre Entfernung eines Orts zu finden. Wenn man z. B. zwischen Blitz und Donner 22 Sec. zählt, so ist die Gewitterwolke 22 . 1040′ = 22880′, ohngefähr eine deutsche Meile entfernt.

Nach neuern Versuchen ist die Geschwindigkeit des Schalles in verschiedenen Luftarten verschieden, in einigen, z. B. Lebensluft, Salpeterluft etwas größer, in anderen z. B. brennbarer und kohlensaurer Luft beträchtlich kleiner, als in der atmosphärischen Luft. — Ferner lehren Versuche, daß der Schall durch manche feste Körper weit geschwinder, als durch die Luft fortgeführt wird. Nach Perolle's Angabe stehen die an Leitungsfähigkeit die Luft übertreffenden Körper in folgender Ordnung: Weistanne, Brasilienholz, Buchsbaum, Eiche, Kirschbaum, Kastanie, Eisen, Kupfer, Silber, Gold, Zinn, Blei, Darm, Haar, Seide, Hanf, Flachs, Wolle, Baumwolle. — Nach der Beobachtung des Prof. Wünsch in Frankfurt an der Oder pflanzte sich der Schall durch einen unter einem

rechten

rechten Winkel gebogenen hölzernem Stab von 864 Fuß in einem unmeßbaren Augenblicke fort, indeß er durch die Luft nach der kürzesten Entfernung eine halbe Secunde Zeit brauchte, um den Weg von 620 Fuß zurück zu legen. (Diese beiden Angaben sind genommen aus G. G. Schmidts Handbuch der Naturlehre 1 Th. S. 163).

Da sich der Schall in geraden Linien fortpflanzt, so kann man sich die Vorstellung der Sache dadurch erleichtern, daß man sich Schallstrahlen denkt, die sich von dem schallenden Körper auf allen Seiten und nach allen Richtungen verbreiten. Wenn auch gleich solche ausströhmende Strahlen nicht wirklich vorhanden sind, so hat doch die geradlinicht fortgehende Schwingung der Lufttheilchen viele Aehnlichkeit mit einem Strahl, und wir können uns des Ausdrucks, Schallstrahlen, zur Verdeutlichung bey Erklärung mancher Erscheinungen, die dabey vorkommen, bedienen.

Die Stärke des Schalls nimmt ab nach Verhältniß der Quadrate der Entfernungen vom schallenden Gegenstande, z. B. in der Entfernung von zwei Meilen ist der Schall 4mal schwächer, als in der von einer Meile. Ist man drei Meilen entfernt, so ist er neunmal

schwächer. Der Grund hievon läßt sich am besten einsehen, wenn man sich den schallenden Körper in dem Mittelpunkte einer Kugel denkt, aus welchem nach allen Seiten Schallstrahlen nach der Oberfläche der Kugel gehen. Diese Strahlen sind nahe am Mittelpunkte weit dichter zusammen, als in einiger Entfernung. Aus geometrischen Gründen läßt sich beweisen, daß die Oberflächen der Kugeln von verschiedener Größe sich verhalten, wie die Quadrate ihrer Halbmesser. Daher haben Kugeln von 2 — 3 Fuß Halbm. eine 4mal, 9mal größere Oberfl. als eine Kugel von 1 Fuß Halbm. — Auf gleich große Stücke dieser Flächen werden daher immer weniger Schallstrahlen fallen, je größer die Kugeln sind. Wenn das Ohr in der Oberfläche der Kugel von 2 Fuß Halbmesser sich befindet, so fallen 4mal weniger Schallstrahlen auf dasselbe, als wenn es in der Oberfläche einer Kugel von 1 Fuß Halbmesser ist u. s. w.

Doch kann die Erfahrung wegen mancherlei Hindernissen und Beförderungsmitteln der Ausbreitung des Schalles öfters ein anderes Resultat geben. Der Zug der Berge, Zug des Windes, der Wiederhall, stille heitere Luft, oder trübe Nebelluft, Geräusch das an einem

Orte

Orte mehr Störung verursacht, als an andern u. dgl. gehören hieher.

Wegen der Elasticität der Luft werden Schallstrahlen, die an einer Fläche anschlagen, unter demselben Winkel zurückgeworfen, unter welchem sie angeschlagen haben. Wenn z. B. der Schallstrahl e b (Fig. 43) auf die Fläche c d stößt, und der Winkel e b c = 30 Grad, so wird der reflectirte Strahl b f ebenfalls einen Winkel von 30 Grad mit c d machen. Fährt also der Schallstrahl a b senkrecht auf die Ebene c d, so wird er in derselben Richtung von b nach a wieder zurückfahren. Der Sprechende in a wird den zurückgeworfenen Schall seiner Stimme, d. i. ein Echo hören. Ist der Sprechende im Punkte m, der Zuhörer nicht weit von ihm in n, so wird lezterer, zuerst dessen Stimme, und bald hernach das Echo derselben hören. Wenn die reflectirende Fläche bey b klein ist, so wird man von dem aus e kommenden Schalle nur den Wiederhall in der Linie b f hören.

Man muß das deutliche Echo von einem blos verwirrten Wiederhall unterscheiden, welcher entsteht, wenn sich ein Schall an vielen nähern und entferntern Flächen kurz nacheinander bricht (wie z. B. die Stimme des Predigers in einer großen Kirche). Hier fließen die vielen Echo's

mit

mit dem ursprünglichen Tone so ineinander, daß ein unvernehmliches Geräusch entstehet.

Da nach der oben angeführten Erfahrung der Weg des Schalls in 1 Sec. 1040 Fuß ist, so wird man von dem ursprünglichen Schalle in a das Echo nach 1 Sec. hören, wenn die reflectirende Wand c d von a 520 Fuß entfernt ist, weil alsdann der Hinweg und Rückweg des Schalles zusammen 1040 Fuß ausmacht. Wenn c d so nahe ist, daß man nur von einer Silbe das Echo deutlich hören kann (weil bey einem Worte von mehrern Silben der Wiederhall der erstern mit den ursprünglichen Tönen der leztern zusammenfallen würde) so heißt man es ein einsilbiges Echo.

In einer Secunde wird man kaum mehr, als acht Silben deutlich aussprechen können. Daher wird, wenn c d um den achten Theil von 520, oder 65 Fuß von a entfernt ist, noch ein deutliches einsilbiges Echo entstehen. Bey geringerer Entfernung hört man nichts mehr deutlich wiederhallen. Wenn die Entfernung der reflectirenden Fläche so groß ist, daß man Wörter von mehrern Silben wiederhallen hören kann, so ist das Echo vielsilbig. Eine Entfernung von 520 Fuß giebt ein achtsilbiges Echo.

Man

Man unterscheidet auch das einfache Echo von dem vielfachen. Das leztere ist ein wiederhohlter Wiederhall eines ursprünglichen Schalles von mehrern reflectirenden Flächen in verschiedenen Entfernungen. Ein Beyspiel von einem solchen findet sich zu Cassel auf dem Königsplatze, der rund um mit Häusern umschlossen ist. Ausser Gebäuden können Berge, Wälder ꝛc. einen Wiederhall geben. Daher findet man in manchen Gegenden ein 8 bis 10faches Echo. Der ursprüngliche einfache Knall des Donners wird in gebirgichten Gegenden als ein lange anhaltendes Krachen gehört, weil ein vielfacher Wiederhall entsteht.

Manche Gebäude haben die Form, daß man wegen des Echo's die Stimme eines Redenden an einigen Orten besser verstehen kann, als an andern. Dahin gehören die elliptischen Sprachgewölbe. welche in einer länglicht runden Form gebaut sind. Wenn man (Fig. 49) auf einem Brette 2 Nägel in a und b einschlägt, um dieselbe eine Schnur legt, und diese mit ihren beiden Enden bey c zusammenbindet, und nun mit einem Bleistift, (das bey c fest an die Schnur angelegt wird, so daß dieselbe immer ausgespannt bleibt) eine krumme Linie beschreibt, so heißt diese Linie eine Ellipse.

Die

Die beiden Punkte a und b heißen die Brennpunkte derselben. Ein nach dieser Form gebautes, also elliptisches, Gewölbe hat die Eigenschaft, daß alle Schallstrahlen a c sich so reflectiren, daß sie in b wieder zusammenfahren. (Gehen sie aus b aus, so kommen sie in a zusammen). Stehet daher ein leise redender Mensch in einem dieser Punkte, so hört ihn ein anderer, dessen Ohr im andern Punkte ist. Ein solches Gewölbe befindet sich im Gebäude der Sternwarte zu Paris.

Anwendungen von dem Zurückprallen der Schallstrahlen werden auch bey Sprachröhren und Hörröhren gemacht. Das Sprachrohr ist ein Werkzeug, wodurch der Schall der menschlichen Stimme auf eine beträchtliche Weite zusammengehalten wird. Man kann es von verschiedener Form machen. Ist es allenthalben gleich weit, so wird es in einiger Entfernung keinen Nutzen mehr bringen, weil sich der Schall zu bald zerstreut. Hat es aber eine kegelförmige Gestalt, so werden die Schallstrahlen von den innern Wänden so reflectirt werden, daß sie in einer unter sich fast parallelen Lage herauskommen, und auf diese Art sehr weit fortfahren. Man bedient sich derselbe auf Schiffen, und auf Thürmen, um auf $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Stunde

weit

weit andern Menschen etwas zuzurufen. — Schiffer auf Flüssen bilden sich durch die hohlen Hände, die sie auf beide Seiten des Mundes halten, eine Art von Sprachrohr, wenn sie den Leuten am Ufer etwas zurufen wollen.

Ein Hörrohr wird von harthörigen Menschen mit der einen engern Oefnung ins Ohr gelegt, damit sich die Schallstrahlen in der nach aussen hin gekehrten weitern Oefnung fangen, und durch Reflexion in dem Ohr gesammelt werden. Auch diese hat man von verschiedener Form. Die hohle Hand hinter das Ohr gehalten kann einigermaßen die Stelle eines solchen Hörrohrs ersetzen. Bey manchen Thieren thut dieses das Spitzen der Ohren, wenn sie mit Aufmerksamkeit auf etwas hören wollen. „Sollten nicht, [sagt Lichtenberg im 9ten B. s. Schriften, Seite 222.] Die Hörner, zumahl bey dem Rindvieh, mit etwas beytragen, ihr Gehör zu schärfen? Auch legen sie, wenn sie horchen wol die Ohren an die Hörner."

Das äussere Ohr selbst ist schneckenförmig gewunden, um den Schall desto besser aufzufassen. Hinten im Gehörgange liegt das sogenannte Trommelfell, ein dünnes Häutchen, welches durch die Schwingungen der Luft in zitternde Bewegung versetzt wird. Zur Verstär-

kung

kung dieser Bewegung dienen mehrere kleine Knöchlein (der Hammer, Ambos, Steigbügel), die durch ihre elastische Schwingungen den Eindruck ins innere Ohr fortpflanzen, so daß der Gehörnerve davon afficirt wird, welcher der Seele die Vorstellung des Schalls auf eine uns unbegreifliche Weise zuführt.

Während des Schlafs ist das Trommelfell mehr abgespannt, und geräth nicht so leicht durch Luftschwingungen in Bewegung. Sobald aber durch den erquickenden Schlaf die vorher ermüdeten Muskeln wieder gestärkt sind, die Nerven neue Reizbarkeit erhalten haben, wird das Trommelfell auch wieder elastischer, so daß es leichter afficirt wird. Der Mensch erwacht bey entstehendem Geräusche leicht.

Aus dem Innern des Ohrs geht ein Gang in den hintern Theil der Mundhöhle, unter dem Nahmen der Eustachischen Röhre bekannt. Durch sie steht die Luft im Innern des Ohrs mit der äussern in Verbindung, und widersteht durch ihre Elasticität dem Druck, welchen die Luft auf das Trommelfell von aussen ausübt, wodurch verhindert wird, daß dasselbige bey heftigen Erschütterungen durch einen nahen starken Schall nicht so leicht zersprengt wird. — Auch kann durch die Luft in der Eustachischen Röhre ein

geringer

geringer Eindruck von einem Schalle in die Gehörwerkzeuge gebracht werden. Daher sehen wir, daß Menschen, die ein hartes Gehör haben, den Mund aufsperren, um den, welcher mit ihnen redet, besser verstehen zu können.

Der Schall bekommt sehr verschiedene Nahmen (Knallen, Platzen, Rasseln, Rauschen, Poltern, Knarren, Brausen u. dgl.) wenn die Schwingungen von sehr verschiedener Dauer und Geschwindigkeit sind. Die daraus entstehenden Empfindungen sind theils angenehm, theils unangenehm, und öfters sehr widerlich, wie z. B. das Geschrei mancher Thiere, das Knarren der Räder ꝛc.

Von einem blos schallenden Geräusch, wo die Schwingungen unregelmäsig folgen, unterscheidet man den Klang, welchen gespannte Saiten, Stahlstäbe, Glocken, Glasplatten ꝛc. von sich geben, wenn sie gestrichen oder angeschlagen werden. Die Schwingungen eines klingenden Körpers erfolgen mit weit mehr Regelmäsigkeit, so daß in gleichen Zeiten gleich viele entstehen, und auch einige Zeit lang anhalten.

Die Ursache von dem höhern oder tiefern Ton eines klingenden Körpers liegt in der grösern oder geringern Menge von Schwingungen, die er in einer bestimmten Zeit, z. B. in einer

Secunde

Secunde macht. — Man kann die Menge der Schwingungen am besten an gespannten Saiten bemerken. Wenn man nach Büsch's Beobachtung (Mathematik zum Nutzen und Vergnügen, 2ter Theil, Seite 192) eine etwa eine Linie dicke hänfene Schnur zwischen zwei Nägeln etwas straff anspannt, und mit einem Stabe auf die Mitte schlägt, so wird sie sich auf und nieder bewegen. So lange sie noch weniger, als zwölf Schwingungen in 1 Secunde giebt, hört man noch keinen bestimmten Ton. Wird sie aber schärfer gespannt, so daß ein geübtes Auge 12 Schwingungen in 1 Sec. zählen kann, so giebt sie einen Ton, der dem tiefsten C in der Musik gleichkommt. Der Ton wird immer höher, je mehr Schwingungen in 1 Sec. entstehen, und wenn sich die Zahl derselben verdoppelt, so ist der Ton um eine Oktave höher. (Davon im folgenden noch etwas mehr). Da die Saiten auf beide Seiten schwingen, und immer kleinere Oscillationen machen, bis sie endlich in Ruhe kommen, so läßt sich ihre Bewegung mit der des Pendels vergleichen. Es kommt also bey der Menge der Schwingungen in einer bestimmten Zeit eben so wie beym Pendel auf die Länge an.

Die

Die Menge der Schwingungen bestimmt die größere Höhe oder Tiefe des Tons, und jene hängt ausser der Länge der Saite auch von ihrer Dicke und von der Stärke der Spannung ab. Wenn 2 Saiten von gleicher Länge und Dicke gleich stark gespannt sind, so geben sie gleich viele Schwingungen in einer Secunde, und ihre Töne sind völlig einerlei. Dies heißt der Einklang. (Hier ist nur von der gleichen Höhe des Tons die Rede: die Art des Tons kann verschieden seyn, wenn z. B. die eine Saite von Messingdrath, die andere eine Darmsaite ist). Je länger, dicker und schlaffer gespannt eine Saite ist, desto tiefer ist ihr Ton, und umgekehrt, je kürzer, dünner und schärfer gespannt sie ist, desto höher ist der Ton. Folgende drei Gesetze finden hiebey statt.

1) Bey zwei gleich dicken und gleich stark gespannten Saiten verhalten sich die Schwingungen in Ansehung ihrer Menge umgekehrt wie ihre Längen, (so wie der halb so lange Pendel noch einmal so viele Schwingungen in einer bestimmten Zeit macht, als der ganze).

2) Bey gleich langen und dicken Saiten verhalten sich die Schwingungsmengen, wie die Quadratwurzeln der spannenden Kräfte, (die man nach Pfunden, oder dergleichen angeben muß).

muß). Man kann um dieses zu bestätigen, folgende Vorrichtung anwenden. Eine an dem einen Ende an einem Stift bevestigte Saite werde über eine am Ende des Bretts befindliche Rolle gelegt, und mit angehängten Gewichten angespannt. Gesetzt eine Saite werde mit 4 Pfund, eine andere von gleicher Länge und Dicke mit 16 Pfund gespannt, so sind die Quadratwurzeln 2 und 4. Die leztere Saite macht in derselben Zeit 4 Schwingungen, in welcher die erstere 2 macht, also doppelt so viele.

3) Bey gleich langen und gleich stark gespannten Saiten verhalten sich die Schwingungsmengen umgekehrt wie die Durchmesser der Saiten. Eine noch einmal so dicke macht nur halb so viele Schwingungen, als die andere.

Daß bey jeder höhern Oktave die Zahl der Schwingungen sich verdoppele, kann man nicht sowohl durch Zählung, als durch Folgerung aus andern Erfahrungen herleiten. Man kann dieses am besten an einem Monochord, wo die Saite durch einen beweglichen Steg verkürzt werden kann, beobachten. Wird der Steg in die Mitte geschoben, so wird der Ton um 1 Oktave höher; wird der 4te Theil abgeschnitten, so wird der Ton um 2 Oktaven höher u. s. w.

Büsch (am angef. Orte) führt folgenden Versuch an. Man spannte eine messingene Saite, 138 Fuß lang, $\frac{1}{4}$ Linie dick mit 4 Pfund. Diese gab in 1 Sec. eine Schwingung, als man sie anschlug. Um die Hälfte verkürzt gab sie 2, der 4te Theil gab 4 Schwingungen ꝛc. Auf ein 16tel verkürzt war der Schall schon hörbar. Der 32te Theil gab einen um eine Oktave höhern Ton: Ob man gleich seine Schwingungen in 1 Sec. nicht zählen konnte, so kann man doch leicht schließen, daß auch hier, wie vorher, sich die Zahl der Schwingungen verdoppelt haben müsse.

Zwischen einem Ton und seiner nächst höhern Oktave sind eine unendliche Menge von Zwischentönen. Für die Musik ist nur ein geringer Theil derselben brauchbar, welche man mit Buchstaben benennt. Gewöhnlich werden in einer Oktave 12 Töne in steigender Ordnung aus der Menge der übrigen herausgenommen. Der Unterschied zweier solcher Töne in Ansehung der Schwingungsmengen heißt ein Intervall. Diese Intervalle werden durch Zahlen bestimmt, welche die Verhältnisse der Schwingungsmengen bey zwei verschiedenen Tönen angeben. Zwei in völligem Einklange stehende Saiten haben also gar kein Intervall.

Wenn man einen gewissen Ton (gleichviel, welchen) als Grundton annimmt, so erhalten die darauf folgenden höhern die Nahmen Sekunde, Terze, Quarte u. s. w. — Werden 12 gleich dicke, gleich lange und gleich stark gespannte Saiten in völligen Einklang gebracht, und nun die Stege verrückt, so daß die aufeinander folgenden 12 Töne in einer Oktave rein herauskommen, so werden sich aus den Längen der Saiten die Intervalle, (oder das Verhältniß der Schwingungsmengen jeder Saite gegen den Grundton) leicht bestimmen lassen, weil sich erstere umgekehrt wie die leztere verhalten.

Nehmen wir C zum Grundton, und die Länge seiner Saite = 1, so ist
bey der kleinen Secunde (Des, Cis) die

Saitenlänge . . . . . = $\frac{15}{16}$
— — Secunde (D) . . . . . = $\frac{8}{9}$
— — kleinen Terze (Es, Dis) . . = $\frac{5}{6}$
— — großen Terze (E) . . . . = $\frac{4}{5}$
— — Quarte (F) . . . . . = $\frac{3}{4}$
— — falschen Quinte (Ges, Fis) . = $\frac{45}{64}$
— — Quinte (G) . . . . . = $\frac{2}{3}$
— — kleinen Sexte (As, Gis) . = $\frac{5}{8}$
— — großen Sexte (A) . . . = $\frac{3}{5}$
— — kleinen Septime (B) . . . = $\frac{9}{16}$
— — großen Septime (H) . . . = $\frac{8}{15}$

bey

bey der Oktave (c) . . . . . = $\frac{1}{2}$
— — Quinte über der
Oktave (g) . . . . . = $\frac{1}{3}$
— — Doppeloktave ($\bar{c}$) . . . . = $\frac{1}{4}$
Das Intervall C — c ist also 1 : 2
C — G — — 2 : 3
C — E — — 4 : 5 u. s. w.

Töne, deren Intervalle sich durch kleine Zahlen ausdrücken lassen, sind dem Ohr angenehm, wenn sie zusammenklingen. Sie geben Consonanzen, z. B. der Grundton, die Terze, Quinte und Oktave. Dissonanzen sind dem Ohre nicht angenehm (wenn sie nicht durch darauf folgende passende Consonanzen aufgelößt werden), wie z. B. das Zusammentönen des Grundtons und der falschen Quinte, deren Intervall = 45 : 64. — Daß nur allein in diesem leichter oder schwerer zu übersehenden Verhältniß der Intervalle bey Consonanzen und Dissonanzen der Grund von dem angenehmen und unangenehmen Gefühle des Zuhörers zu suchen sey, ist nicht wahrscheinlich. Den tiefern Grund davon wird die Seelenlehre wohl schwerlich erforschen.

Aus dem Angeführten läßt sich leicht bemerken, daß die Intervalle in der Oktave nicht um gleich viel zunehmen. Wenn man z. B.

das Intervall C — D = $\frac{9}{8}$ von dem Intervall C — Dis = $\frac{6}{5}$ abzieht, so erhält man das Intervall D — Dis = $\frac{3}{40}$. Wenn man ferner von dem Intervall C — E = $\frac{5}{4}$ das Intervall C — Dis = $\frac{6}{5}$ abzieht, so erhält man Dis — E = $\frac{1}{20}$ = $\frac{2}{40}$ dieses ist kleiner als das vorige. — Auch das Intervall C — Cis = $\frac{1}{15}$ = $\frac{3}{45}$ ist kleiner u. s. w.

Also ist der Zwischenraum zwischen dem Grundton und seiner Oktave nicht in 12 gleiche Theile getheilt, d. i. die Intervalle der einzelnen Töne gegeneinander sind nicht völlig gleich. Diese kleine Ungleichheit ist aber weder in der Harmonie noch Melodie bemerkbar, und hat überdas den Nutzen, daß dadurch ein musikalisches Stück einen andern Charakter bekommt, je nachdem man es aus diesem oder jenem Tone spielt. Eine Tonart schickt sich besser zu ernsthaften, andere besser zu fröhlichen Stücken.

Wenn der tiefste Ton 12 Schwingungen in 1 Sec. hat, so hat seine Oktave 24, die 2te Oktave 48 u. s. w. Da man den Umfang der Tonleiter nicht leicht größer, als zu acht Oktaven bestimmt, so wird der höchste Ton zwischen drei und vier tausend Schwingungen in einer Secunde erfordern.

Da die Länge und Kürze der Saiten die Höhe und Tiefe des Tons bestimmen, so wer-

den die Saiten bey manchen Instrumenten durch einen festliegenden Steg zur gehörigen Temperatur gebracht (wie bey dem Clavier und Pianoforte), bey andern werden sie durch Bewegung der Finger verlängert und verkürzt (wie bey der Violine). Bey Blasinstrumenten ist die Luft selbst der Körper, der den Ton erzeugt, (da sie ihn bey Saiteninstrumenten blos fortpflanzt), indem sie durch enge Oefnungen herausgepreßt wird. Man kann sich diese länglichte Luftmasse als eine Saite vorstellen. Je nachdem nun diese Luftsaite verlängert oder verkürzt wird (wie z. B. an einer Flöte durch Oefnung oder Schliessung der Löcher bey Auf- und Zuthun der Klappen), oder bald dicke bald dünner (wie z. B. durch Bewegung der Lippen und Zunge wie auch der Hand beym Blasen des Waldhorns), so entstehen tiefere und höhere Töne.

Bey Saiteninstrumenten wird von dünnem trockenem Holz ein Resonanzboden angebracht, um durch dessen Elasticität die Stärke der Schwingungen, und dadurch des Tons, zu vermehren. Die Wände eines Zimmers, der Fußboden, die Decke, bilden auch bald einen bessern bald einen schlechtern Resonanzboden. So z. B. klingen die Instrumente voller in einem leeren Saale, dessen Boden elastisch, und Wände ganz

blos sind, als in einem solchen, dessen Wände mit Tapeten, und der Boden mit Teppichen belegt sind.

Ueberhaupt hängt 1) die Dauer eines Tons ab von der Dauer der Schwingungen, 2) die Höhe desselben von der Geschwindigkeit der Schwingungen, 3) die Stärke desselben theils von der Elasticität des tönenden Körpers, theils von der Menge der in Schwingung gesetzten Theile: also vorzüglich von einem guten Resonanzboden und passenden Umgebungen.

Dahin gehören noch folgende Erfahrungen. Bey Entstehung des Schalls bewegen sich andere, in der Nähe befindliche, elastische Körper mit. Ein Stückchen Kork auf eine stillstehende Trommel gelegt, wird sich bewegen, wenn eine andere Trommel geschlagen wird. — Von einem Kanonenschuß zerspringen Fenster. — Durch langes starkes Schreien in ein Trinkglas kann man dasselbe zersprengen, wenn man gerade dessen Ton angiebt. — Auch wird von zwei gleich gestimmten Saiten die eine mitklingen, wenn die andere angestrichen wird. — Ferner wird von zwei Saiten, die um eine Oktave verschieden sind, die untere mitklingen, wenn man die höhere anstreicht, und zwar wird sich die tiefere in zwei Theile theilen, wovon jeder für sich seine

Schwin-

Schwingungen macht. Die mittelste Stelle, welche sich nicht bewegt, heißt der Schwingungsknoten. Wenn man ein kleines Papierchen darauf legt, so wird dasselbe ruhig liegen bleiben, legt man es auf andere Theile, so wird es weggeworfen. Indem der eine Theil zur rechten schwingt, schwingt der andere zur Linken, und umgekehrt. Eine neue Bestätigung davon, daß die Hälfte der Saite des Grundtons und doppelt so viele Schwingungen, als zum Grundton gehören, zum Ton der Oktave erfordert werden.

Die Erfahrung lehrt ferner, daß auch bey einer einzigen Saite, besonders wenn ihr Ton etwas tief ist, ausser diesem noch mehrere höhere Töne mitklingen. Ein etwas geübtes Ohr unterscheidet ausser dem Grundton, dessen Oktave, ferner die Oktave der Quinte, und die doppelte Oktave der Terze. (Was hier von Saiten gesagt ist, gilt auch von dem Schalle großer tief und volltönender Glocken). Indem nämlich die ganze Saite ihre Schwingungen macht, schwingen auch einzelne Theile für sich in kleinern Oscillationen mit. Es sey (Fig. 50) die Saite m r in fünf gleiche Theile getheilt. Der Punkt p liege auf einem Steg, so wird, indem der Theil p r schwingt, auch der andere Theil m p drei kleinere Schwingungen machen, so wie die

Figur darstellt. Bey n und o sind Schwingungsknoten, von deren Daseyn man sich nach der so eben angeführten Methode durch Auflegung von kleinen Stückchen Papier überzeugen kann.

Herr Chladni (dem man in der Lehre vom Schalle manche neue Entdeckungen verdankt), hat auch gefunden, daß besondere Töne entstehen, wenn gespannte Saiten unter einem sehr spitzigen Winkel angestrichen werden. Die Schwingungen solcher Saiten heißt er Longitudinalschwingungen. — Eine andere Entdeckung dieses Gelehrten ist, daß, wenn man eine runde Glastafel in der Mitte mit einem spitzigen Kork unterstützt, mit feinem Sande bestreut, und dieselbe mit einem Violinbogen am Rande anstreicht, einige Stellen mehr als andere oscilliren, wodurch der Sand von jenen weg nach diesen geworfen wird, so daß er regelmäßige Figuren bildet. Je nachdem der Ort, an welchem die Glasplatte mit den Fingern festgehalten wird um einen größern oder kleinern Cirkelbogen von dem Orte entfernt ist, wo der Bogen anstreicht, werden immer andere, von den vorigen verschiedene, Figuren entstehen. Durch diese Abänderungen hat er weit über hundert verschiedene, zum Theil sehr verschlungene, aber immer regel-

mäsige

mäsige Figuren, hervorgebracht. Von manchen derselben hat er hier in Giesen vor einigen Jahren die Entstehung gezeigt, und viel belehrendes zur Erklärung dieser Versuche gesagt.

Zum Beschluß dieser Materie vom Schalle noch etwas von der Aeolsharfe. Sie besteht aus einem etwa 3 Fuß langen hölzernen, auf einer Seite offenen Kästchen, mit einem Resonanzboden, worüber vier oder mehrere Saiten gespannt sind, welche alle in gleichen Ton gestimmt werden. Wird das Instrument in die Oefnung eines Fensters gestellt, so daß der Wind hindurchstreichen kann, so entstehen mancherlei höhere und tiefere Töne, die durch ihre liebliche Harmonie das Ohr ergötzen. Da die Saiten von dem Winde auf verschiedene Art in Bewegung gesetzt werden, so tönen auch die einzelnen Theile zwischen den Schwingungsknoten mit, welches die Mannigfaltigkeit der Töne verursacht. Ein anderer Grund davon mag wohl in den Luftsaiten von verschiedener Länge und Dicke liegen, welche bey dem Durchpressen der Luft zwischen den Saiten und dem Resonanzboden entstehen.

Eine vollständige Abhandlung der Lehre von den Tönen gehört in die Akustik, einen Theil der angewandten Mathematik.

Von

Von den verschiedenen Luftarten.

Unsere atmosphärische Luft ist keine reine, aus einerlei Bestandtheilen bestehende Substanz, sondern sie ist theils mit mancherlei Substanzen, die nicht zur Luft gehören vermischt, theils selbst aus verschiedenen Luftarten zusammengesetzt. Was den ersten Punkt betrifft, so ist gewiß, daß durch Ausdünstung der Erde und des Wassers und durch den Wind mancherlei wässerichte und erdichte Theile in die Atmosphäre gemischt werden. (Davon wird künftighin noch die Rede seyn).

Zweitens aber lehrt die Erfahrung, daß die Luft, welche wir einathmen, durch Verbindung mehrerer Luftarten entstehet, die durch Versuche auch von einander geschieden werden können, und daß man auch manche Luftarten aus gewissen Erden, Metallen, Pflanzen u. s. w. entwickeln kann, die gewisse eigenthümliche Beschaffenheiten besitzen, und sich sehr von der atmosphärischen Luft unterscheiden.

Man heißt diese Luftarten (oder Gasarten) auch **künstliche** Luft, im Gegensatz gegen die **gemeine** atmosphärische, weil zur Bereitung und abgesonderten Darstellung der erstern oft künstliche Mittel angewendet werden, indem man Körper durch Erhitzung oder Verbrennung, oder durch aufgeschüttete Säuren und andere Flüssig-

keiten

keiten auflößt, und so die darin vorher fixirte oder gebundene Gasarten herauszieht. (Beyspiele sollen sogleich angeführt werden). — Sie werden aber auch sehr häufig durch die Natur selbst aus andern Körpern geschieden, z. B. durch Gährung, Fäulniß, Sonnenwärme u. dgl.

Mit der gemeinen atmosphärischen Luft haben sie mehrere Eigenschaften gemein: 1) sie sind elastische expansive Flüssigkeiten, die durch Wärme ausgedehnt, durch Kälte verdichtet werden, — 2) sie lassen sich wiegen, und in Blasen, gläsernen Gefäßen ꝛc. einschließen, wodurch sie sich vom Licht und Wärmestoff u. dgl. unterscheiden, — 3) sie können auch nicht tropfbar flüssig werden, wenn sie kälter werden, wie dieses mit Wasserdämpfen der Fall ist, welche zwar auch elastisch und durchsichtig wie die Luft sind, so lange sie erhitzt sind, aber bey veränderter Temperatur wieder tropfbar flüssig werden.

Die Eigenschaften, durch welche sich die Gasarten von der gemeinen Luft unterscheiden, sind mancherlei; sie werden bey jeder einzeln angeführt werden. Von diesen Eigenschaften erhalten viele Gasarten ihre Nahmen, z. B. Sauerluft, Stickluft ꝛc. — Manche bekommen ihre Benennung auch von der Materie, aus

welcher

welcher sie entwickelt werden, z. B. Schwefelsaure Luft, Salzsaure Luft ꝛc.

Ehe wir uns mit den Eigenschaften der einzelnen Luftarten beschäftigen, will ich etwas Weniges von den einfachen Grundstoffen der Körper sagen, (die man durch chemische Untersuchungen der neuern Zeit als solche gefunden hat), weil dieses zur Verständlichkeit des folgenden dienlich seyn kann.

Durch chemische Versuche hat man [wie schon im 4ten Abschnitte bemerkt worden ist] die Körper, so weit es möglich war, in ihre Bestandtheile zu zerlegen gesucht, weil bey weitem die meisten Körper nicht aus Stoff von einerlei Art bestehen, sondern aus mehrerlei Arten zusammengesetzt sind.

Was bey dieser Untersuchung als weiter nicht zerlegbar vorkommt, gehört zu den einfachen chemischen Grundstoffen, aus denen alle Körper zusammengesetzt sind. Es wäre möglich, daß mit der Zeit, durch Entdeckung neuer Zerlegungsarten und weitere Beobachtung, auch noch manche der jetzo als einfach angenommenen Substanzen in einfachere zerlegt werden könnten.

Nach der neuern Chemie gehören zu den einfachen Stoffen, ausser dem Licht- und Wärmestoff, den Metallen, Erden, und einigen Alkalien,

kalien, noch folgende in der Lehre von der Luft merkwürdige: der Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, die Grundstoffe des Schwefels, Phosphors, der Salzsäure, der Flußspatsäure.

Diese zuletzt genannten Stoffe gehören zu solchen, die in der Natur nie für sich allein und abgesondert vorkommen, sondern immer in Verbindung mit andern Stoffen. Dieß kommt von ihrem großen Bestreben her, sich stets mit andern zu vereinigen. Daher ist der Chemiker durch keine Kunst im Stande, einen solchen Stoff, wie Sauerstoff, Wasserstoff u. dgl. abgesondert darzustellen, (so wie wir dieses mit andern einfachen Stoffen, z. B. der reinen Kieselerde, Tonerde ꝛc. können).

Diese nicht darstellbaren, sondern nur in Vereinigung mit andern vorhandenen Stoffe, machen die Grundbestandtheile der Luftarten aus, von denen wir jetzo die vorzüglichsten und wichtigsten etwas näher betrachten wollen.

Um diese Luftarten aus andern Körpern, worin sie gebunden sind, zu scheiden, bedient man sich eines eigenen Apparats, wovon das hauptsächlichste hier nur kurz beschrieben werden soll. Man thut etwas von einer solchen Masse (die bey jeder einzelnen Gasart weiter unten

nahm:

nahmhaft gemacht werden soll) in ein irdenes oder gläsernes Gefäß (Retorte), woran eine in Form eines liegenden S (etwa wie —) gebogene Röhre mit dem einen Ende angekittet ist. Das andere Ende der Röhre wird in eine Wanne mit Wasser gelegt, so daß es unter die Oefnung einer mit Wasser gefüllten Flasche kommt. Indem durch Erhitzung der Retorte, oder in andern Fällen durch Einschütten eines Liquors, die Gasart aus der darin befindlichen Masse entwickelt wird, steigt sie durch die Röhre in die Flasche, und treibt nach und nach das darin befindliche Wasser heraus. Verstopft man nun die Flasche, während dem ihre Oefnung noch unter dem Wasser ist, so kann man sie hernach herausheben, und die durch diesen chemischen Proceß erhaltene Luftart zu mancherlei Experimenten anwenden. — Bey einigen Luftarten, die sich leicht mit dem Wasser vermischen, muß man statt desselben Queckſilber gebrauchen, um die Oefnung vor dem Eindringen der äussern Luft zu sperren.

Das Sauerstoffgas (dephlogistisirte Luft, Lebensluft, reine Feuerluft) ist unter allen die einzige Luft, welche zum Einathmen tauglich ist, woher sie auch Lebensluft heißt.

Sie

Sie macht auch einen Hauptbestandtheil unserer atmosphärischen Luft aus, und darum allein ist auch diese einathembar. Sie heißt nicht deswegen Sauerstoffluft, weil sie sauer schmeckt, (denn sie hat weder Geruch noch Geschmack), sondern weil sie in Verbindung mit manchen andern Körpern Säuren erzeugt, z. B. mit Schwefel Schwefelsäure, mit Kohlenstoff Kohlensäure ꝛc.

Man erhält sie aus rothem Queckſilberkalch, oder aus zerstoßenem Braunstein, oder aus gereinigtem Salpeter. Einer dieser Stoffe wird in der Retorte des obenbeschriebenen Apparats erhizt, worauf das Gas in die Flasche übergeht. Aus 6 bis 8 Loth Salpeter kann man viele Flaschen voll Luft erhalten.

Die Eigenschaften dieser Luftart sind:

Sie läßt sich nicht mit Wasser mischen.

Sie ist schwerer als gemeine Luft. Ihr specifisches Gewicht verhält sich zu dem der atmosphärischen Luft wie 11 zu 10.

Sie befördert das Leuchten und Brennen ausserordentlich, daher heißt sie Feuerluft. Wenn man in einem mit derselben angefüllten Gefäße einen Wachsstock anzündet, so verbrennt derselbe in kurzer Zeit; Schwefelfaden oder Holz ist sogleich verzehrt; eine Stahlfeder, woran brennender Zunder bevestigt ist, schmelzt, und fällt in

Tropfen

Tropfen herunter. Eben so Eisendrath, Federmesserklingen ꝛc. — Daher kann diese Luft auch bey dem Schmelzen sehr schwer schmelzbarer Substanzen mit Vortheil angewendet werden. — Ein Stückchen Phosphor brennt in ihr mit einem sehr hellen Glanz. Johanniswürmchen leuchten darin viel heller, als in der gemeinen Luft. (Der jüngere Forster erzählt, daß er bey dem Glanz einiger dieser Thierchen in Feuerluft eine ziemlich reine Druckschrift habe lesen können).

Nach Lavoisier und andern Chemikern besteht die Sauerstoffluft aus Sauerstoff, der mit Licht- und Wärmestoff oder Brennstoff verbunden ist. — Um zu finden, wie viel von dieser Luft in der Atmosphäre befindlich sey, stelle man folgenden Versuch an. Man lege in ein cylinderförmiges Glas, das mit atmosphärischer Luft erfüllt, und wohl verstopft ist, ein Stückchen Phosphor, und erwärme das Gefäß so lange, bis sich der Phosphor entzündet. Wenn er verbrennt ist, wird ein weißer Staub zurückbleiben, und wenn die Glasröhre unter Wasser geöfnet wird, so wird dasselbe auf eine gewisse Höhe hineintreten. Ein Beweiß, daß von der gemeinen Luft ein Theil durchs Verbrennen verzehrt worden ist. Wie viel dieses sey, findet man, wenn man die Gemeine Luft vorher wiegt,

und

und das Gewicht der übriggebliebenen davon abzieht. Gerade um so viel wird der weise Staub nun mehr wiegen, als vorher der Phosphor. Die zurückgebliebene ist Stickluft, (von der unten mehr), in welcher kein Feuer brennt, und die auch nicht einathembar ist. Man findet, daß etwas mehr, als $\frac{2}{3}$ Stickluft gegen fast $\frac{1}{3}$ Sauerstoffluft in der atmosphärischen vorhanden war. (Das einemal wird mehr, das anderemal weniger von der leztern vorhanden seyn: Lavoisier sezt sie zu $\frac{27}{100}$ von der gemeinen Luft an).

Das Verbrennen des Phosphors in gemeiner Luft wird auf folgende Art erklärt. Indem er sich erhizt, zieht er den Sauerstoff der Atmosphäre an, und diese Vereinigung giebt den weißlichten Staub als Phosphorsäure. Ein Theil des Wärmestoffs wird entbunden und verfliegt. Die Stickluft bleibt zurück. Was daher am Gewicht der Luft verlohren geht, nimmt der Phosphor an Gewicht zu. Der verzehrte (oder vielmehr wieder gebundene Theil) war Sauerstoff.

Man kann diesen Versuch auch mit Schwefel, woben sich Schwefelsäure erzeugt, anstellen. Ueberhaupt ist jedes Verbrennen nichts anders, als eine Zersetzung der atmosphärischen Luft, woben ein Theil des Sauerstoffgases verschwin-

det,

det, indem die Wärme (zum Theil wenigstens) entflieht, und der Sauerstoff sich mit den Resten des verbrennten Körpers verbindet. [Es ist daher ungesund, sich in einem kleinen verschlossenen Raum aufzuhalten, worin mehrere Lichter lange brennen, weil der nicht verzehrte Theil der Luft aus nicht einathembaren Stickgas bestehet, und man muß daher von Zeit zu Zeit frische Luft einlassen].

Eine Folge aus dem Vorigen ist, daß, je mehr Sauerstoffluft durch Blasbälge oder sonstiges Anblasen in die Flamme gebracht werden kann, desto mehr Hitze entstehet, und der Proceß des Verbrennens begünstiget wird, wie z. B. bey Schmelzöfen. Hieraus erklärt sich auch der Nutzen des Luftzugs bey Kaminen und Ofenröhren, und das leichtere Löschen einer Flamme, wenn der Luftzug gehindert wird, und noch manche andere dahin gehörige Erscheinungen.

Um die Güte verschiedener Arten von atmosphärischer Luft nach dem größern oder geringern Theil der darin befindlichen Lebensluft zu erfahren, kann man dieses Experiment mit der Verbrennung des Phosphors anwenden. Ein zu diesem Gebrauche eingerichtetes Instrument, woran eine Skale befindlich ist, um die Größe des verzehrten Theils der Luft gegen die Größe

des noch übrigen zu bestimmen, heißt Phosphor-Eudiometer (oder Luftgütemesser).

Noch gehört die Erfahrung hieher, daß, wenn man Phosphor in einem ganz von Lebensluft erfüllten Gefäße verbrennt, alle Luft verzehrt wird, wie man sieht, wenn man den geöfneten Hals des Gefäßes in Wasser steckt, und dasselbe nun ganz bis oben in den luftleeren Raum steigt. Die Phosphorsäure, die durch Anziehung alles Sauerstoffs entstanden ist, wiegt nun um so viel mehr als der Phosphor, so viel das Gewicht der eingeschlossenen Lebensluft betrug.

Die Sauerstoffluft ist, wie schon gesagt worden, zum Einathmen allein tauglich, und zur Erhaltung des Lebens der Menschen und Thiere unentbehrlich; daher heißt sie Lebensluft. — Bey dem Einathmen der atmosphärischen Luft geht auch eine Zersetzung derselben vor. Der Sauerstoff derselben verbindet sich mit dem Kohlenstoff in der Lunge, und dieses giebt eine Luftart, die man kohlensaures Gas nennt (von der unten noch mehr vorkommen wird). Diese geht bey dem Ausathmen fort, und ist zum Wiedereinathmen nicht mehr dienlich. Ferner geht auch der Theil der Stickluft, welcher in der eingeathmeten atmosphärischen Luft

befindlich war, bey dem Ausathmen wieder fort. — Da also durchs Athmen in einem verschlossenen Orte die Luft verdorben wird, (der Sauerstoff weggeschafft, und alles in schädliche Luft verwandelt wird): so ist die Folge, daß wenn man ein warmblütiges Thier unter ein luftdicht verschlossenes Gefäß (z. B. eine Glocke von Glas) setzt, dasselbe nach einiger Zeit nicht mehr athmen kann, sondern hinfällt und stirbt. Unter der Glocke ist nun Stickgas und kohlensaures Gas, welches leztere von frisch gebranntem Kalk, den man hineinthut, schnell angezogen wird. Das Gewicht, um welches der Kalk zugenommen hat, wird dem verlohrnen Gewicht der Luft gleich seyn. — Setzt man nach dem Tode des ersten Thiers sogleich ein anderes hinein, so wird dieses augenblicklich ersticken. — Hieraus erhellet die Nothwendigkeit der Vorsicht, nicht zu viele Menschen oder Thiere in einen verschlossenen Raum zusammen zu bringen. — In einem Gefängniß in Calcutta (die schwarze Höhle genannt) starben in kurzer Zeit von 169 Gefangenen 146, nicht blos aus Durst, sondern auch aus Mangel an frischem Sauerstoffgas, weil der sehr enge Raum bis auf eine kleine Oefnung verschlossen war. — Sehr wichtig ist es, jeden Tag selbst im kalten

Winter

Winter frische Luft in die Wohnzimmer, Schlafkammern, Lazaretsäle, Schiffsräume, Gefängnisse ꝛc. zu bringen, durch Oefnung der Fenster, durch Ventilators u. a. Mittel, weil das Stagniren der eingeschlossenen Luft aus manchen Ursachen, besonders aber wegen Anhäufung schädlicher Gasarten, und Verschwinden der Lebensluft, verhindert werden muß.

Bey dem Einathmen der Luft wird viele Wärme frei, die vorher mit dem Sauerstoff verbunden war. Diese geht zum Theil in die Lunge: und theilt sich dem Blute mit. Daher kommt die starke Erhitzung des Körpers bey heftigem Ein- und Ausathmen, z. B. bey großer Angst, heftigen Laufen, stark anstrengender Arbeit ꝛc., welches alles man so viel als möglich vermeiden muß, um den aus der Luft geschiedenen Wärmestoff zum Schaden des Körpers nicht zu sehr darin anzuhäufen.

Noch einige Folgen aus dem Vorhergehenden sind nachzuhohlen. Wenn die gemeine Luft (auch wenn sie nicht eingeschlossen ist) weniger als gewöhnlich von der Lebensluft enthält (wie man nach dem oben erwähnten Eudiometer beurtheilen kann) so wird das Einathmen beschwerlich, z. B. bey schwüler Gewitterluft. Bey Vermehrung des Quantums von dieser Luft

fühlt man sich in einem behaglichern Zustande. Dieses ist wohl eine von den vorzüglichsten Ursachen des mannigfaltigen Einflusses der abwechselnden Witterung auf das Wohl- oder Uebelbefinden des Körpers, und der größern oder geringern Heiterkeit des Geistes. — Man hat gefunden, daß ein warmblütiges Thier viermal länger in einem verschlossenen Raume leben kann, wenn er ganz mit Sauerstoffluft angefüllt ist, als wenn er mit atmosphärischer Luft erfüllt ist. Daher könnte man dadurch den Gebrauch der Taucherglocke sehr erleichtern, und ein längeres Verweilen des Tauchers unter dem Wasser möglich machen, wenn man ihm ein Gefäß voll von diesem Gas mitgäbe. Herr von Humbold schlug eine ähnliche Vorsichtsmaaßregel für Bergleute vor, die in solchen Schachten und Stollen arbeiten müssen, wo oft schädliche Gasarten (böse Wetter genannt) entstehen, um sie vor dem Ersticken zu sichern.

Man wendet diese Luft auch als Arznei für Engbrüstige, mit Lungenbeschwerungen Kämpfende, solche die im Schwefel oder Kohlendampf beynahe erstickt sind, an. — Uebrigens muß dieses mit Vorsicht geschehen, denn es giebt auch hier, wie bey allen stark afficirenden Mitteln, ein Maximum, das man nicht überschreiten

schreiten darf, wenn man nicht andere schädliche Folgen empfinden will. Ausser den genannten Nothfällen ist das häufige Einathmen reiner Lebensluft nicht anzurathen, weil sie zu sehr reizt, Schmerzen in der Lunge verursacht, und eben so sehr den Proceß des Lebens, als den des Verbrennens beschleunigt.

Die Sauerstoffluft entwickelt sich auch sehr häufig aus Pflanzenblättern, während dem die Sonne darauf scheint; besonders aus Blättern von fetten Wasserpflanzen. Man breche davon einige an einen schönen Sommermorgen ab, wenn die Sonne so eben angefangen hat, darauf zu scheinen, lege dieselbe in eine mit reinem Wasser angefüllte Flasche, worauf man eine reine Blase, in der nur wenig Luft enthalten ist, darauf fest bindet. Wenn man die Flasche in die Sonne stellt, so sieht man, wie die Luft aus dem Wasser steigt, und die Blase allmählich auftreibt. Durch Versuche findet man, daß in der Blase entwickeltes Sauerstoffgas ist. — Die Pflanzen ziehen durch die Blätter Luft aus der Atmosphäre an. Diese wird durch die Kraft der Natur zersetzt, wenn sie von der Sonne erwärmt wird. Die Stickluft, welche dem Wachsthum der Pflanzen dienlich ist, bleibt in denselben zurück; aber die Sauerstoffluft wird ausgestoßen.

stoßen. Was also durch das Athmen der Menschen und Thiere der Atmosphäre an Lebensluft entzogen wird, wird durch die Ausscheidung dieser Luft aus den Pflanzen wieder ersetzt, wodurch das Gleichgewicht erhalten wird. Daher ist es der Gesundheit zuträglich, sich bey Sonnenschein unter belaubten Bäumen aufzuhalten, oder an offene Fenster Pflanzen zu stellen, die Lebensluft entwickeln.

Die Hypothese einiger Naturforscher, daß aus der größern Menge der Sauerstoffluft in den frühern Zeiten unserer Erde das höhere Alter der ersten Menschen zu erklären sey, scheint aus mehrern Gründen nicht richtig. Denn abgesehen davon, daß dieses höhere Alter noch nicht erwiesen ist, eben so wenig als die größere Menge dieses Gases, so würde eine beträchtlich größere Quantität desselben in unserer Atmosphäre für die leblose und lebendige Welt sehr nachtheilig seyn. Denn 1) würde dieselbe, wie schon oben erinnert worden ist, den Proceß des Lebens nicht verlängern, sondern beschleunigen, und durch größern Reiz die körperlichen Kräfte bald aufreiben. Menschen und Thiere würden nicht so lange leben, als jetzo, da diese Sauerstoffluft durch Beymischung anderer Stoffe gemildert ist (dieses widerspricht der obigen Erfahrung

rung nicht, daß ein Thier in eingeschlossener Lebensluft viermal länger lebt, bis es erstickt, als in eingeschlossener gewöhnlicher Luft. Denn hier ist von der Atmosphäre im freien Zustande die Rede). — 2) Würde dadurch ein jedes kleine Feuer eine unwiderstehliche Gewalt erhalten, sich auszubreiten, und dadurch den Erdboden zum Bewohnen untauglich machen. — Oft würden die Pflanzen schlecht gedeihen, wenn sie weit weniger Stickluft zu ihrer Nahrung fänden, als jetzo. — Das jetzige Verhältniß beider Luftarten in der Atmosphäre scheint also für alle Geschöpfe das zuträglichste zu seyn.

So wie beym Athmen, Wachsen der Pflanzen, Verbrennen der Körper, eine Zersetzung der atmosphärischen Luft vor sich geht, und das Sauerstoffgas daraus geschieden wird, so geschieht dieses auch bey dem Verkalchen der Metalle durch Rosten und Schmelzen im Feuer. Wenn man z. B. Zinn oder Blei schmelzt, so sammelt sich auf der Oberfläche eine graulichte Substanz, welche abgeschöpft werden kann, und nichts anders, als verkalchtes Metall ist, das durch Verbindung des Sauerstoffs mit dem Metall entstanden ist. Denn wenn man dieses Schmelzen in einem verschlossenen Gefäße vornimmt, und die Einrichtung trifft, daß durch

eine Röhre aus einer mit atmosphärischer Luft gefüllten Blase diese zugelassen wird, und daß derjenige Theil der Luft, welcher durch das geschmolzene Metall nicht absorbirt worden ist, durch eine andere Röhre unter eine mit Wasser gefüllte Flasche, die verkehrt in einer Wanne mit Wasser steht, geführt wird, so daß diese Luft nach und nach in die Flasche einsteigt, und das Wasser heraustreibt (wie in obenbeschriebenem Apparat): so findet man, daß diese nun blos Stickluft ist. So viel als die Luft an Gewicht verlohren hat, hat das verkalchte Metall zugenommen. — Alles Rosten ist ein Verkalchen, welches durch Anziehen des Sauerstoffs aus der Atmosphäre, und Verbindung desselben mit dem Metall (doch die edlen Metalle ausgenommen) vorgeht. Daher kann man das Rosten der Metalle hindern, wenn man sie durch Vergoldung, durch Bestreichung mit einem Firniß ꝛc. vor dem Berühren der atmosphärischen Luft schützt.

Die Eigenschaften des Stickgases sind meistens denen des Sauerstoffgases entgegengesetzt. Thiere können nicht darin leben, kein Feuer darin brennen, wie schon gesagt worden ist. Metalle verkalchen nicht, wenn sie in dieser Gas-

art

art aufbewahrt werden. Man erhält sie durch Kunst auf die oben beschriebene Art, indem man durch brennende Lichter, schmelzendes Metall, sterbende Thiere, die Sauerstoffluft absorbiren läßt. — Uebrigens findet man sie auch in den Schwimmblasen der Fische, an Sümpfen, in frisch ausgeweißeten oder mit Oelfarbe bemahlten Zimmern, in lange verschlossenen Gewölben und Höhlen, an Kirchhöfen und andern Orten, wo organische Körper verwesen. — Die Vorsicht erfordert daher, daß man solche Orte vermeide, und wenn man in einen lange verschlossenen Keller, Brunnen, Bergwerksstollen steigen muß, daß man zuvor ein brennendes Licht hinein hängen lasse. Wenn dieses darin verlöscht, so darf man sich nicht hineinbegeben.

Pflanzen gedeihen durch Einziehen dieser Luft im Sonnenschein (siehe oben). Aber im Schatten, besonders bey Nacht geben sie das Stickgas wieder durch die Poren der Blätter von sich. Daher ist es schädlich, bey Nacht Blumen und andere Pflanzen im Zimmer zu haben, oder sich an schattichten Orten, wo viele Pflanzen stehen, lange aufzuhalten.

Das Stickgas hat keinen Geruch, entzündet sich nicht, ist mit Wasser nicht mischbar, und ist etwas leichter, als die gemeine Luft.

Das

Das Salpetergas ist in einigen Stükken dem vorigen ähnlich, z. B. daß es irrespirabel ist, kein Feuer darin brennt, und daß es sich mit Wasser nicht vermischen läßt: in andern ist es dem Stickgas nicht ähnlich, z. B. es ist schwerer als gemeine Luft, und befördert das Wachsthum der Pflanzen nicht.

Man erhält das Salpetergas, wenn man verdünnte Salpetersäure auf Kupfer, Queksilber oder Zinn gießet.

Wenn man Salpeterluft mit atmosphärischer vermischt, so wird das Volumen der leztern sehr vermindert, und zwar desto mehr, je mehr Sauerstoff in derselbigen befindlich ist. Auf diese Erfahrung gründet sich die Erfindung von einem Eudiometer, (von anderer Art, als das oben beschriebene). Wenn man nämlich bemerkt, wie viel oder wenig die Höhe des Wassers beträgt, welches durch das offene Ende einer Glasröhre steigt, in welcher Salpeterluft mit gemeiner vermischt wird, so schließt man daraus auf die größere oder geringere Güte der gemeinen atmosphärischen Luft. Denn da die beiden Luftarten vermischt einen geringern Raum einnehmen, so wird das Wasser durch den Druck der äussern Luft in den entstandenen leeren Raum nachgetrieben.

Kohlen-

Kohlensaures Gas (Luftsäure, öfters auch fixe Luft ausschließungsweise genannt, obgleich jedes Gas so genennt werden könnte) erhält man, wenn man zestoßene Kalcherde (Kreide, Muschelschaalen, Marmor ꝛc.) oder einen alkalischen Körper, z. B. Weinsteinsalz, gereinigte Pottasche ꝛc. in der Retorte mit Vitriolsäure vermischt, und das daraus sich entwickelnde Gas durch die Röhre (in dem oben beschriebenen Apparat) in die unter Wasser verkehrt gesetzte Flasche leitet.

Diese Luftart entstehet durch Verbindung des Kohlenstoffs mit dem Sauerstoff. Daher bildet sich, wie schon vorhin gezeigt worden, bey dem Einathmen der atmosphärischen Luft, durch Verbindung des darin befindlichen Sauerstoffs mit dem Kohlenstoff in der Lunge, kohlensaure Luft, welche ausgeathmet wird. — Kohlenstoff findet sich in allen thierischen und Pflanzenkörpern und in vielen andern, besonders in reinen wohl ausgebrannten Holzkohlen. Wenn man eine oder mehrere derselben in einem verschlossenen Gefäß voll Sauerstoffluft verbrennen läßt, so erhält man Luftsäure.

Ihre Eigenschaften sind:

1) Es brennt kein Feuer in ihr.

2) Sie

2) Sie ist nicht zum Einathmen tauglich. Einige Thiere sterben geschwinder, andere langsamer darin. Daher ist es sehr nothwendig sich vor Kohlendunst zu hüten, besonders in verschlossenen Orten, wo Kohlenbecken, Feuerstübchen, Kohlenfeuer leicht tödlich werden können, wie die Erfahrung schon so oft gelehrt hat.

3) Sie ist schwerer als gemeine Luft. Das Verhältniß ihres Gewichts zu dem der atmosphärischen ist ohngefähr wie 3 zu 2. Man kann sie daher aus einer Flasche auf ein Licht ausgießen, welches davon erlischt, oder auf ein angebundenes kleines Thier (eine Maus, Vogel ꝛc.) welches davon stirbt. — Sie entwickelt sich häufig in Gruben, Höhlen, Brunnen, Kellern durch Gährung mancher Stoffe. Ein Beyspiel ist die Hundsgrotte bey Neapel, welche ihren Nahmen von den öftern Versuchen mit Hunden erhalten hat, die man in der daraus aufsteigenden Gasart sterben läßt. — An solchen Orten, wo man Entstehung dieser schädlichen Luftart vermuthen könnte, ist es nicht gut, nahe an der Erde zu schlafen. — Die Luft ist überhaupt auch aus andern Gründen in der Höhe gesünder, als in der Tiefe. Wohnungen in breiten Straßen, freistehenden Häusern, nicht zu nahe an Sümpfen, Kanälen, Kirchhöfen ꝛc. in Zimmern,

mern, welche nicht zu niedrig sind, sind am gesundesten.

Die bösen Wetter der Bergleute sind oben schon erwähnt worden, die zum Theil aus fixer Luft bestehen. — Ferner erzeugt sie sich in Kellern, worin gährende Sachen stehen z. B. Most, Bier, frisch eingemachte Gemüse rc. in Zimmern, wo Brodteich gährt. An solchen Orten darf man sich nicht lange aufhalten, öfters sie gar nicht betreten, bis die Luft wieder gereinigt worden ist.

Eine leichte, sich hierauf gründende Methode, kohlensaures Gas zu erhalten, besteht darin, daß man auf einem großen Gefäße voll gährender Sachen eine flache Schaale schwimmen läßt, in der sich also solches Gas befindet, und dahinein eine Bouteille voll Wasser gießet, worauf sich jene Luft hineinziehet.

4) Sie läßt sich mit Wasser mischen. Wenn man z. B. eine solche Flasche voll Luftsäure auf den vierten Theil mit abgekochtem Wasser anfüllt, uud herumschüttelt, so wird das Wasser mit dieser Luft gesättigt.

5) Sie ist eine Säure, weswegen sie auch die Nahmen Luftsäure, (acidum aëreum) erhalten hat, auch Sauerluft (muß aber nicht mit der oben beschriebenen Sauerstoffluft verwechselt werden). Sie löset gefeiltes Eisen auf,

und

und färbt, wie alle Säuren, blaue Pflanzensäfte roth, z. B. Veilchensaft, Lakmustinktur. Dem Wasser giebt diese Luft einen säuerlichen Geschmack, wie z. B. dem Pyrmonter, Schwalbacher, Spaawasser, und vielen andern Sauerwassern. — Auch dem Bier: daher kann man demselben, wenn es zu sauer wird, einen Theil seines sauren Geschmacks benehmen, wenn man Kreide hineinthut, welche die Luftsäure anzieht. — Wenn man Sauerwasser offen hinstellt, so läßt es dieses Gas entfliehen, und wird unschmackhaft. Man kann dasselbe auch durch ein gelindes Lampenfeuer aus einem mit Sauerwasser gefüllten Gefäße heraustreiben, und in einer andern Flasche auffangen. — Durch Verbindung von gewöhnlichem Wasser mit diesem kohlensauren Gas läßt sich auch künstliches Sauerwasser bereiten, wozu besonders eine von Parker erfundene Maschine sehr brauchbar ist. Will man dasselbe hierauf auch mit Eisentheilen saturiren, so hänge man eine Zeit lang ein mit Eisenfeile gefülltes Säckchen von Leinwand in die Flasche, weil die Luftsäure das Eisen auflöset. — Durch künstliche Zubereitung kann man sich das Sauerwasser zu jeder Zeit, an allen Orten, ganz frisch, reiner von erdichten Theilen, ohne große Mühe und Kosten verschaffen. Freilich hat alles, was

die

die Kunst bereitet, nie die Kraft dessen, was die Natur hervorbringt, die überdem noch manche andere wohlthätige Stoffe mit einmischt.

Da sich Luftsäure auch frei und ungebunden in der Atmosphäre befindet, (etwa als der funfzehnte Theil derselben), so wird sie sich auch mit Wasser verbinden, welches eine Zeit lang in einem offenen Gefäße hingestellt wird. Zwar wird sie demselben wegen der geringen Quantität keinen säuerlichen Geschmack geben. Aber wenn das Wasser vorher abgekocht worden ist, so wird es durch Einsaugen der Luftsäure doch allmählich seinen faden Geschmack verlieren. Auf diese Art kann kalkichtes Wasser trinkbar gemacht werden, wenn man es zuvor abkocht, damit die Kalktheile niedergeschlagen werden.

6) Diese Luft widersteht der Fäulniß. Wenn man Fleisch in ein mit derselben gefülltes Gefäß hängt, so kann man es lange frisch erhalten, sogar wieder schmackhaft machen, wenn es schon anfängt zu faulen. Daher wird diese Gasart mit Wasser verbunden mit Nutzen bey faulichten Fiebern, bey Scorbut und Geschwüren angewendet. In dieser Verbindung ist die Luftsäure für den Magen gut, ob sie gleich als elastischer Fluidum für die Lunge höchst schädlich ist.

Die

Die Schwefelleberluft wird aus Schwefellebern durch Salzsäure oder Vitriolsäure, (auch durch Erhitzung des Schwefels in brennbarer Luft) bereitet. Sie hat einen starken faulichten Geruch, und ist für Thiere tödlich. Mit Wasser ist sie leicht vermischbar. Daher entstehen die sogenannten Schwefelbäder, die in manchen Krankheiten gebraucht werden.

Das salzsaure Gas ist schwerer als gemeine Luft. Wenn es von Wasser absorbirt wird, so entsteht die Salzsäure; und wenn die concentrirte Salzsäure auf Braunstein gegossen wird, so entwickelt sich die dephlogistisirte salzsaure Luft, ein luftförmiger Dampf nicht ohne Farbe. Diese Gasart ist den Augen und der Lunge schädlich, und äussert eine sehr zerstöhrende Kraft gegen manche Körper. Sie löset z. B. alle Metalle, sogar das Gold, auf, und zerstöhrt alle Farben. Wenn man Wasser damit vermischt, so dient dasselbe zum leichten und geschwinden Bleichen des Tuchs. Doch muß diese Operation mit Vorsicht angestellt werden. Gewöhnliche Dintenschrift kann man ganz damit auslöschen, welches zur Erfindung von unzerstöhrbarer Dinte Gelegenheit gegeben hat, die wegen

gewisser

gewisser beygemischter Substanzen der Salzsäure widersteht.

Die flußspatsaure Luft wird aus gepülvertem Flußspat mit Vitriolsäure erzeugt. Sie ist dreimal schwerer, als gemeine Luft. Mit Wasser vermischt giebt sie die Flußspatsäure, welche Kieselerde, und also auch Glas auflöset. Man gebraucht dieselbe, um feine Striche ins Glas zu ätzen. Denn wenn man Glas mit Firniß überzieht, worin die verlangten Figuren oder Striche gezeichnet werden, so greift die Flußspatsäure nur die entblößten Orte des Glases an.

Die brennbare Luft (entzündliches Gas, Wasserstoffgas) entstehet aus dem Wasserstoff mit Wärmestoff verbunden. Man erhält sie durch Auflösung von Eisenspänen mit Vitriolsäure: auch aus andern entzündbaren Körpern durch Hitze und Gährung. — Sie findet sich in allen drei Naturreichen, in Steinkohlengruben, Schachten, Kloaken, Pfützen, Gedärmen der Thiere ꝛc. entwickelt sich auch bey Verbrennung thierischer und vegetabilischer Körper, und aus Sümpfen.

Die vornehmsten Eigenschaften derselben sind:

1) Sie ist 12 bis 13mal leichter, als die atmosphärische Luft, weswegen sie sehr bald in die Höhe steigt, und sich mehr in den höhern als niedern Regionen des Dunstkreises findet. Daher wird sie auch zur Füllung der Luftballons gebraucht, (wie nachher noch weiter erklärt werden wird).

2) Sie hat einen starken stinkenden Geruch;

3) Mit Wasser ist sie nicht vermischbar;

4) Den Thieren tödlich, weil sie zum Einathmen untauglich ist.

5) Löscht Lichter aus.

6) Wenn sie mit gemeiner Luft in Verbindung kommt, und ein Feuer dazu gebracht wird, so entzündet sie sich mit einem großen Knall, und heißt alsdann Knallluft.

Der Grundstoff dieser Luft ist einer von den Hauptbestandtheilen des Wassers, woher sie auch Wasserstoffgas genennt wird. Der andere Bestandtheil des Wassers ist Sauerstoff. In diese Bestandtheile läßt sich das Wasser zerlegen, wenn man Wasserdämpfe durch ein glühendes eisernes Rohr, in welchem Stückchen Eisen befindlich sind, in ein anderes Gefäß gehen läßt. Dieses Eisen wird den Sauerstoff anziehen, und sich verkalchen, und die aufgefangene Luft ist brennbares Gas. Das verkochte Wasser wiegt so

so viel, als das Gewicht des entstandenen Gases, und die Zunahme des Gewichts des verkalchten Eisens zusammen betragen. — Man hat gefunden, daß das Verhältniß des Wasserstoffs zum Sauerstoff in der Verbindung, wo sie Wasser geben, ohngefähr wie 15 zu 85 ist.

Aus der Mischung dieser beiden Luftarten läßt sich auch das Wasser wieder herstellen. Wenn sie in dem angegebenen Verhältniß gemischt, und nach einer besondern Vorrichtung entzündet werden, so entstehet wieder Wasser, dessen Gewicht dem der beiden Gasarten gleich ist. — Diese merkwürdige Versuche über Zerlegung und Zusammensetzung des Wassers sind in der neuern Chemie von großer Wichtigkeit.

Die bisher betrachtete brennbare Luft heißt auch die leichtere im Gegensatz gegen eine andere, die nicht reines Wasserstoffgas enthält, sondern schon mit kohlensaurem Gas vermischt ist. Sie heißt daher kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas, und ist schwerer, als gemeine Luft, entwickelt sich aus Sümpfen, und heißt auch mephitische Luft, auch Sumpfluft: ferner findet sie sich in den Gedärmen der Thiere.

Etwas

Etwas von der Luftschiffahrt.

Die Eigenschaft der reinen brennbaren Luft, daß sie sehr viel leichter als die gemeine ist, ist der Grund, weswegen sie zur Füllung der Luftballons angewendet wird, welche als specifisch leichtere Körper so in der Atmosphäre schwimmen müssen, wie ein Stück Holz im Wasser. Sie würde, ohnerachtet ihrer großen Leichtigkeit, zu Füllung eines Luftballons nicht brauchbar seyn, wenn sie nicht eben so elastisch wäre, wie die gemeine Luft, damit sie dem äussern Druck derselben das Gleichgewicht halten kann.

Da die atmosphärische Luft in der Höhe immer dünner, und also specifisch leichter wird, so wird ein Luftballon nur so hoch steigen, bis die innere und äussere Luft an specifischem Gewichte gleich sind. Je größer also der Inhalt des Ballons, je leichter die in ihm befindliche Luft, und je leichter die Materie des Ballons selbst und der an ihm hängenden Körper ist, desto höher wird er steigen.

Gesetzt man habe einen Ballon mit ganz reiner Wasserstoffluft, die etwa 12mal leichter ist, als gemeine, gefüllt, so läßt sich aus der Größe des Ballons und dem Gewicht desselben eine ohngefähre Berechnung anstellen, wie groß das Gewicht eines Menschen, des mitgenommenen

nen

nen Ballastes ꝛc. seyn dürfe, damit er noch steigen könne.

Das Volumen des Balls sey 10000 Cubikfuß. Ein Cubikfuß gemeiner Luft wiegt etwa $2\frac{1}{2}$ Loth, also ein Stück gemeine Luft, so groß wie der Ballon, wiegt ohngefähr 780 Pfund. Die brennbare Luft von gleichem Volumen wiegt 65 Pfund, wenn sie als 12mal leichter angenommen wird. Der gefirnißte Taffent des Ballons nebst der angehängten Gondel sey schwer 120 Pfund, der darin sitzende Mensch 150 Pf., der mitgenommene Ballast 80 Pfund, macht zusammen 415 Pfund. Also bleibt das Uebergewicht der äussern Luft noch 365 Pfund.

Die aus Eisenfeilspänen mit Vitriolsäure entwickelte Luft, welche man zum Füllen der Ballons gebraucht, hat man bisher noch nicht so rein erhalten, als man wünschte. Daher war sie nur 5mal leichter, als gemeine Luft. Man muß daher von obigem Uebergewicht noch etwa 100 Pfund abziehen. Es bleibt indessen noch genug übrig, daß auch ein zweiter Mensch mitsteigen kann.

Die Erfinder der Luftballons, die Gebrüder Montgolfier in Frankreich, füllten die ersten nicht mit brennbarer Luft, sondern verdünnten die innere Luft durch Feuer. Dadurch

verliert

verliert sie an Gewicht, und gewinnt so viel an Elasticität, daß sie den Ballon aufgeblasen erhalten, und dem Druck der äussern Luft widerstehen kann. Man hat diesen Versuch im Großen öfters nachgemacht, ob er gleich für Menschen, die mit aufsteigen, sehr gefährlich ist. Auf einer unter der Oefnung des Ballons befindlichen Gallerie von geflochtenem Eisendrath wird Stroh, Papier, Hobelspan u. dgl. angezündet, wodurch die innere Luft erhizt und ausgedehnt wird. Wenn alsdann die Seile, woran der Ballon bevestigt war, abgelöset werden, so erhebt sich derselbe, und sinkt nicht eher, als bis das Feuer nachläßt. Den Gedanken an die Füllung mit inflammabler Luft hatten die ersten Erfinder des Ballons zwar gehabt, aber wegen der Kostbarkeit des Materials wieder aufgegeben.

Ein anderer französischer Physiker, Pilatre de Rozier, war der erste Mensch, welcher mit einem von erhizter Luft ausgedehnten Ballon aufstieg. Dieses geschah 1783 den 21ten Nov. — Doch wurde sein Ballon mit Seilen festgehalten. Einige Jahre später fand er bey einer projektirten Luftfahrt über das Meer von Frankreich nach England, nebst seinem Begleiter, den Tod. Der Ballon entzündete sich, und stürzte ohnweit Calais von einer Höhe von 12 bis 14hundert Fuß herab.

Der Professor Charles in Paris ließ 1783 den 27. Aug. einen kleinen Luftball mit brennbarer Luft steigen, und ist als Erfinder dieser Art von Ballons anzusehen. Nach einiger Zeit stieg er, nebst Robert mit einem solchen auf eine sehr beträchtliche Höhe; und 1785 fuhren Blanchard

chard und Jefferies von England nach Frankreich über den Canal. Seit der Zeit hat man sich fast immer zur Luftschiffahrt der brennbaren Luft bedient.

Doch hat neuerlich Zambeccari in Italien einige mit vielen Gefahren verbundene Luftreisen angestellt, indem er durch eine Menge kleiner Lampen von brennendem Weingeiste die Luft ausdehnte, und durch Vermehrung oder Verminderung dieser Lampen das Steigen und Sinken des Ballons sehr leicht bewirkte.

Man kann diese Direktion in vertikaler Richtung auch mit Hülfe des mitgenommenen Ballastes, und einer am Ballon angebrachten Klappe vornehmen. Er wird steigen, wenn von dem Ballast etwas ausgeworfen wird, und sinken, sobald die Klappe etwas geöfnet wird, damit äussere Luft eindringt.

Aber alle Bemühungen zur Erfindung solcher Mittel, wodurch ein Ballon in horizontaler Richtung willkührlich gelenkt werden könnte, haben bisher noch nicht gelingen wollen. Schiffe auf dem Wasser können durch Segel gelenkt werden, weil sie wegen des Widerstands des Wassers nie die Geschwindigkeit des Windes annehmen. Aber ein Ballon, der von demselben Fluidum getragen wird, dessen Zug ihn auch fortbewegt, wird eben so geschwind gehen, als die Luft, und daher wird ein ausgespanntes Segel ohne alle Wirkung seyn. — Uebrigens dürfen wir doch die Hofnung nicht aufgeben, daß vielleicht in der Folge noch eine Lenkungsmethode erfunden werden könnte, da die Sache doch nicht unter die an sich unmöglichen gehört.

Da

Die Franzosen haben die Luftballons zuerst im Kriege gebraucht, (z. B. in der Schlacht bey Fleurus 1794), um aus der Gondel eines an Seilen festgehaltenen Ballons die Stellung der feindlichen Armee zu recognosciren. Es scheint aber, daß die dadurch erhaltene Vortheile doch von keiner großen Bedeutung waren, weil sie in ihren nachherigen Kriegen dieses Mittel nicht mehr angewendet haben. — Für die Untersuchung der höhern Regionen unserer Atmosphäre sind bisher von einigen geschickten Naturforschern Luftreisen angestellt worden, die die Physik mit manchen nützlichen Beobachtungen bereichert haben, und es ist zu wünschen, daß auch künftig dieser ernsthafte Zweck zu ähnlichen Versuchen antreiben möge, wodurch noch gerade die vielen Spielereien in diesem Fache ein Ende nehmen dürften.

Vielleicht gelingt es auch noch, die Füllung des Ballons auf eine weniger kostbare Art, die zugleich eine reinere Gasart gäbe, zu Stande zu bringen, und die Hülle des Ballons noch luftdichter zu machen, als bisher. — Auch der Fallschirm, womit man sich bey plözlichen Unglücksfällen auf die Erde herablassen kann, erwartet noch eine verbesserte Einrichtung von den fortgesetzten Bemühungen nachdenkender Aeronauten.

H. Hein

H. Heinrich

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Snell, Friedrich Wilhelm Daniel

Anfangsgründe der Naturlehre zum Gebrauch für Schulen, auch zum Selbstunterricht für Liebhaber dieser Wissenschaft

Giesen 1806

Enc. 210-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10401604-6